

Pengaruh Hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) Pada Eksplan Tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis Amabilis* L.) Secara *In-Vitro* Dan Pengembangannya Sebagai Bahan Ajar Modul Kultur Jaringan Di Fkip Biologi Universitas Islam Riau.

**Aurora Laurensia
NPM. 146510438**

Skripsi. Program Studi Pendidikan Biologi. FKIP Universitas Islam Riau.
Pembimbing Utama: Dr. Sri Amnah, M.Si
Pembimbing Pendamping: Mellisa, S.Pd., M.P

ABSTRAK

Anggrek bulan merupakan salah satu anggrek kebanggaan nasional diantara jenis anggrek yang terdapat di Indonesia yang disebut “puspa pesona”. Anggrek ini banyak dijadikan sumber bunga potong dan tanaman pot serta tanaman taman. Kebutuhan anggrek yang kian meningkat dan anggrek yang terancam punah akibat eksploitasi hutan perlu ditunjang dengan penyediaan bibit dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang singkat, serta kualitas yang baik yaitu dengan melakukan perbanyakan melalui kultur jaringan. Penelitian kultur jaringan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan ditambahkan zat pengatur tumbuh *Benzyl Amino Purin* (BAP) yang mendapatkan hasil bahwa konsentrasi BAP signifikan terhadap persentase membentuk tunas, jumlah tunas, persentase membentuk daun, jumlah daun, persentase membentuk akar, jumlah akar, dan tidak signifikan terhadap persentase eksplan yang hidup. Penelitian tahap pengembangan peneliti menggunakan model ADDIE. Penentuan sampel penelitian ini menggunakan teknik kelompok besar yang diambil secara acak terdiri dari 16 orang mahasiswa angkatan 2015 yang telah mengambil mata kuliah pilihan kultur jaringan disemester 5. Teknik pengumpulan data menggunakan lembar validasi oleh ahli materi dan ahli pembelajaran serta melihat respon dosen dan mahasiswa terhadap modul yang dikembangkan dengan melakukan uji coba terbatas. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif. Hasil penelitian ini adalah berupa produk cetak yaitu modul kultur jaringan. Hasil validasi oleh ahli materi dengan rata-rata persentase 86,26% (sangat valid) dan ahli pembelajaran 87,74% (sangat valid) menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan sangat valid untuk digunakan. Hasil respon dosen dengan rata-rata persentase 94,27% (sangat baik) dan mahasiswa dengan rata-rata 92,40% (sangat baik). Berdasarkan hasil validasi dari para ahli dapat dinyatakan bahwa produk yang dikembangkan sangat valid dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: Anggrek bulan, BAP, Kultur Jaringan, Penelitian Pengembangan, Modul

**Effect Hormones of Benzyl Amino Purin (BAP) On moon orchid buds
(*Phalaenopsis Amabilis* L.) *In-Vitro* And Its Development As Teaching
Material for tissue Culture Module In Fkip Biology
Islamic University of Riau.**

**Aurora Laurensia
NPM. 146510438**

Thesis. Biology Education Study Program. FKIP Universitas Islam Riau.
Primary Counselor: Dr. Sri Amnah, M.Si
Counselor Adviser: Mellisa, S.Pd., M.P

ABSTRAC

Moon Orchid is one of the national pride orchids among the types of orchids found in Indonesia called "puspa Charms". This orchid is widely used as a source of cut flowers and potted plants and garden plants. Increasing orchid needs and endangered orchids due to forest exploitation need to be supported by the supply of seeds in large quantities and in a short time, as well as good quality by multiplying through tissue culture. Tissue culture research using Completely Randomized Design (CRD) and added growth regulator Benzyl Amino Purine (BAP) which obtained results that the concentration of BAP is significant to the percentage of shoot formation, number of shoots, percentage of forming leaves, number of leaves, percentage of forming roots, number of roots, and not significant to the percentage of living explants. Research phase of the development of researchers using the ADDIE model. Determination of the sample of this study used a large group technique taken randomly consisting of 16 2015 class students who have taken tissue culture elective courses in the 5th semester. Data collection techniques use validation sheets by material experts and learning experts and see lecturer and student responses to the module which was developed by conducting limited trials. Data analysis techniques used descriptive analysis. The results of this study are in the form of printed products namely tissue culture modules. The results of validation by material experts with an average percentage of 86.26% (very valid) and learning experts 87.74% (very valid) indicate that the modules developed are very valid to use. The results of lecturer responses with an average percentage of 94.27% (very good) and students with an average of 92.40% (very good). Based on the results of the validation of the experts it can be stated that the products developed are very valid and can be used in the learning process.

Keywords: Moon Orchid, BAP, Tissue Culture, Research Development, Module

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum warahmatuallahi wabarakatuh

Alhamdulillah Puji syukur Penulis bermunajat kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala*, Tuhan Yang Maha Esa sembari mengangkattangan, bermohon kiranya memberikan Taufiq, Hidayah, Rahmat dan Karunia-Nya serta kelapangan berpikir dan waktu, sehingga Penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “Pengaruh Hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) Pada Eksplan TunasAnggrek Bulan (*Phalaenopsis Amabilis* L.) Secara *In-Vitro* Dan Pengembangannya Sebagai Bahan Ajar Modul Kultur Jaringan ”.

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan S1 pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau.Penulisdengansetulus hatimengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnyadanpenghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bunda Dr. Sri Amnah, M.Siselaku pembimbing I dan IbuMellisa, S.Pd., M.P selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan Penulis masukan dan bimbingan selama penelitian dan penulisan skripsi ini.

Selamamenyelesaikan skripsi ini Penulis memperoleh berbagai bantuan dan dukungan yang sangat berharga dari semua pihak. Oleh karena itu, Penulis ingin menyampaikan penghargaan, rasa hormat, terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Bapak Prof. Dr.H.Syafrinaldi,SH.,MCL selaku Rektor UniversitasIslam Riau, Bapak Drs. Alzaber, M.Si selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau Pekanbaru, Ibu Dr. Sri Amnah, S.Pd, M.Si selaku Wakil Dekan 1 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau Pekanbaru, Bapak Dr. Sudirman Shomary, M.A selaku Wakil Dekan 2 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau Pekanbaru, dan

H. Muslim S. Kar, M. Sn selaku Wakil Dekan 3 Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau Pekanbaru.

Kemudian kepada Dosen Program Studi Biologi Ibu Laili Rahmi, M.Pd sebagai Ketua Program Studi Biologi, Ibu Dr. Siti Robiah, M.Si sebagai Penasehat Akademis (PA), kepada Bapak Dr. H. Elfis, M.Si, Ibu Evi Suryanti, S.Si., M.Sc, Ibu Dra. Suryanti, M.Si, Bapak Ibnu Hajar S.Pd, M.P, Bapak Sudarmi S.Pd, M.Si, Ibu Prima Wahyu Titisari, M.Si, Tengku Idris, S.Pd., M.Pd, Desti, S.Si., M.Pd, dan Ummi Kalsum S.Pd., M.Pd.

Tidak lupa pula ucapan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian UIR, Ibu Silvi yang telah membantu dan memberikan izin penggunaan laboratorium sebagai tempat penelitian. Terimakasih untuk seluruh mahasiswa/i FKIP Biologi yang mengambil matakuliah pilihan kultur jaringan tahun ajaran 2017/2018 kelas 5A dan 5B yang telah membantu dan bersedia memberikan waktu dalam pengumpulan data pada penelitian ini.

Terimakasih kepada Ayahanda Usman Harahap dan Ibunda tercinta Elzarita yang selalu memberikan perhatian dan pengorbanan, rangkaian doa yang tidak pernah putus serta perjuangan dalam membesarkan dan mendidik dengan penuh kasih sayang. Terimakasih untuk M. Fathi Hazizi Harahap (Adek) dan Asyfa Usna Harahap (Adek) yang selalu memberikan semangat serta harapan kepada kakak. Terimakasih kepada keluarga yang di Pekanbaru H. Azwandi, SE., M.M (Mamak) dan Hj. Titin Indayani, S.Pd., M.Pd (Bude) sebagai orangtua kedua Penulis yang telah memberikan perhatian dan kasih sayangnya selama menuntut ilmu di Pekanbaru. Terimakasih kepada seluruh keluarga yang selama ini mendukung Penulis dengan segala motivasi dan doanya. Tiada upaya apapun yang dapat membalas apa yang telah diberikan oleh seluruh keluarga besar kepada Penulis yang tidak henti-hentinya memberikan doa dan dukungannya sehingga Penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau.

Terimakasih Kepada Sahabat Bayu Akbar Saputra S.E , Sahabat Galaxy tersayang (Atika Purnama, Silvia Angraini, Destry Hardianty, Sri Rahayu Rizky, Novi Dwiyani, Linda Permata Sari, Pratiwi Nuqrah Utami) terimakasih untuk persahabatan yang indah telah selalu ada untuk Penulis. Sahabat *Phalaenopsis* tersayang (Ayu Deswita Putri, Febry Melda, Ririn Arisma) terimakasih untuk perjuangan yang sangat luar biasa bisa sampai dititik yang membanggakan, Sahabat tersayang (Intan Ariska, Sindy Claudia, Fratika, Riri Chairiah, Edo Juliantara, Lianty.S.Pd) dan teman-teman angkatan 2014 Program Studi Pendidikan Biologi dan terutama kelas D Biologi 2014 yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih persahabatan, dan semangat serta dukungan yang telah diberikan selama ini. Serta untuk seluruh adik tingkat terima kasih atas do'a kalian.

Penulis dengan segala kerendahan hatinya menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan atau kelemahan, baik dari segi isi maupun dari pandangan pengetahuan yang Penulis miliki. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan dan kelanjutan skripsi ini dimasa yang akan datang serta semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak terutama Penulis sendiri, Amin ya Rabbal Alamin.

Wassalamu'alaikumwarahmatuallahi wabarakatuh

Pekanbaru, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Pembatasan Masalah	5
1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.5.1 Tujuan Penelitian	5
1.5.2 Manfaat penelitian	6
1.6 Spesifikasi Produk	6
1.7 Hipotesis Penelitian	7
1.8 Defenisi Istilah Judul	7
BAB 2. TINJAUAN TEORI	
2.1 Tanaman Angrek Bulan (<i>Phalaenopsis amabilis</i> L.)	9
2.1.1 Asal Usul dan Penyebaran	9
2.1.2 Paradigma Angrek Bulan (<i>Phalaenopsis amabilis</i> L.)	9
2.1.3 Karakteristik Angrek Bulan (<i>Phalaenopsis amabilis</i> L.)	11
2.1.4 Persyaratan Tumbuh Angrek Bulan (<i>Phalaenopsis amabilis</i> L.)	12
2.2 Paradigma Kultur Jaringan	13
2.2.1 Pengertian Kultur Jaringan	13
2.2.2 Manfaat Kultur Jaringan	15
2.2.3 Macam-Macam Teknik Kultur Jaringan	17
2.2.4 Media Kultur Jaringan	19
2.2.5 Hormon Tanam dan Zat Pengatur Tumbuh	20
2.2.6 Eksplan Tunas Angrek Bulan (<i>Phalaenopsis amabilis</i> L.)	24
2.2.7 Teknik Kultur Jaringan	25
2.2.8 Permasalahan Kultur Jaringan	26

2.3	BahanAjar	28
2.3.1	PengertianModul	31
2.3.2	FungsidanTujuanModul	31
2.3.3	KarakteristikModul	33
2.3.4	JenisModul	33
2.3.5	Unsur-unsurModul	34
2.3.6	Langkah-LangkahPembuatanModul	35
2.3.7	KeuntunganPengajaranModul.....	36
2.3.8	Aspek Yang DinilaiDalamModul	36
2.3.9	PembelajaranMenggunakanModul.....	37
2.3.10	ValidasidanRevisiModul.....	38
2.4	PenelitianPengembangan	39
2.4.1	Model PerancanganPengembangan	40
2.5	PenelitianRelevan.....	45
BAB 3. METODE PENELITIAN		
3.1	PenelitianTahapI KulturJaringan	47
3.1.1	TempatdanWaktuPenelitian.....	48
3.1.2	BahandanAlat	48
3.1.3	RancanganPenelitian	48
3.1.4	PelaksanaanPenelitian (KulturJaringan).....	49
3.1.5	Parameter Pengamatan	55
3.1.6	TeknikAnalisisANOVA	56
3.2	PenelitianTahap II PengembanganBahan Ajar.....	57
3.2.1	Model Pengembangan	57
3.2.2	ProsedurPenelitian.....	58
3.3	InstrumenPengumpulan Data.....	64
3.3.1	LembarValidasi	64
3.3.2	Angket Respon	64
3.3.3	TeknikPengambilan Sampel.....	65
3.4	Teknik Pengumpulan Data	66
3.5	Teknik Analisis Data	66
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil danPembahasan Kultur Jaringan	69
4.1.1	Persentase Eksplan yang Hidup %	69
4.1.2	Persentase Eksplan Membentuk Tunas%	73
4.1.3	Jumlah Tunas	77
4.1.4	Persentase Eksplan Membentuk Daun %	81
4.1.5	Jumlah Daun	85
4.1.6	Persentase Eksplan Membentuk Akar %	89
4.1.7	Jumlah Akar.....	93

4.2 Deskripsi dan Hasil Pembahasan Pengembangan Bahan Ajar	97
4.2.1 Deskripsi Hasil Penelitian.....	97
4.2.1.1 Analisis(<i>Analyze</i>)	97
4.2.1.2 Perancangan(<i>Design</i>)	99
4.2.1.3 Pengembangan(<i>Development</i>).....	99
4.2.1.3.1 Hasil Penelitian	100
4.2.1.3.2 Pembahasan Hasil Penelitian	109

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	123
5.1.1 Kesimpulan Tahap I Kultur Jaringan.....	123
5.1.2 Kesimpulan Tahap II Pengembangan Modul	123
5.2 Saran.....	124

DAFTAR PUSTAKA	125
-----------------------------	------------



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman anggrek banyak digunakan sebagai sumber bunga potong dan tanaman pot serta tanaman taman. Pemeliharaan tanaman anggrek mengalami peningkatan yang cukup pesat. Bunga anggrek banyak digemari karena mempunyai warna, bentuk, dan ukuran yang beragam. Tanaman anggrek mempunyai daya tahan yang lama sebagai bunga potnya. Banyaknya variasi dari bunga anggrek merupakan salah satu keunggulan tanaman anggrek yang memungkinkan untuk menjadi komoditi yang dapat dijadikan sebagai sumber pendapatan dan bahkan merupakan salah satu komoditas ekspor non migas yang paling potensial. Dibandingkan dengan jenis anggrek lainnya, permintaan anggrek *Phalaenopsis* dalam pot menduduki urutan kedua setelah anggrek *Dendrobium* (Dinas Pertanian dan Kehutanan, 2007) dalam (Hardi, 2016).

Data luas panen tanaman bunga potong tahun 2011 menunjukkan bahwa luas panen tanaman anggrek berada di urutan kedua setelah tanaman krisan yaitu 1.209.938 m² dan pada tahun 2012 tanaman anggrek memiliki luas panen sebesar 1.117.334 m² dari data disimpulkan bahwa luas panen tanaman anggrek mengalami penurunan. Akan tetapi produksi tanaman potong bunga anggrek mengalami kenaikan yaitu pada tahun 2011 produksi hanya mencapai 15.490.256 tangkai dan pada tahun 2012 menghasilkan produksi bunga potong sebanyak 20.727.891 tangkai. Dari data statistik, Provinsi Riau memiliki luas panen tanaman anggrek sebesar 1.222 m² dengan jumlah produksi sebesar 9.860 tangkai (Badan Pusat Statistik, 2012) dalam (Hardi, 2016).

Anggrek *Phalaenopsis* merupakan salah satu anggrek kebanggaan nasional, diantara jenis anggrek yang terdapat di Indonesia. Pada tanggal 5 Juni 1990 anggrek bulan dari spesies *Phalaenopsis amabilis* resmi dinobatkan sebagai bunga nasional, dengan sebutan *Puspa Pesona*. Anggrek tersebut memiliki ciri khas bunga berwarna putih bersih dengan lidah kuning keemasan. Penetapan anggrek bulan sebagai bunga nasional mengacu pada beberapa kriteria, yaitu

merupakan tumbuhan (flora) asli Indonesia; disukai oleh masyarakat luas; mudah diperoleh disembarang tempat; mudah diperbanyak atau dikembangkan; dan mempunyai kekhasan, berbau harum, keunikan, dan karakteristik semacamnya (Rukmana, 2000: 9-10).

Kebutuhan anggrek yang kian meningkat dan anggrek yang terancam punah akibat eksploitasi hutan perlu ditunjang dengan penyediaan bibit dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang singkat, serta kualitas yang baik. Sedangkan perbanyakan konvensional anggrek dengan pemisahan anakan (*split*) membutuhkan waktu yang lama dan kondisi bibit rawan terhadap penyebaran penyakit. Sementara itu hanya sebagian kecil pihak yang mampu melakukan pengembangan dan pemanfaatan anggrek. Salah satu alternatif untuk melestarikan keanekaragaman tanaman anggrek adalah melakukan perbanyakan melalui kultur jaringan (Hardi, 2016: 2).

Kultur jaringan adalah teknik perbanyakan tanaman dengan memperbanyak jaringan mikro tanaman yang ditumbuhkan secara *in vitro* menjadi tanaman yang sempurna dalam jumlah yang tidak terbatas. Yang mendasari kultur jaringan adalah totipotensi sel, yaitu bahwa setiap sel organ tanaman mampu tumbuh menjadi tanaman sempurna bila ditempatkan di lingkungan yang sesuai (Yuliarti, 2010: 1). Dalam pelaksanaannya, teknik kultur jaringan merupakan suatu metode untuk mengisolasi (mengambil) bagian tanaman seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan dan organ, serta menumbuhkannya dalam kondisi aseptik (bebas hama dan penyakit). Selanjutnya, bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan menjadi tanaman lengkap (Nugroho dan Heru 1996: 3).

Eksplan adalah bagian tanaman yang dipergunakan sebagai bahan awal untuk perbanyakan tanaman (Yuliarti, 2010: 16). Berbagai macam bagian tanaman (eksplan) yang dapat dikulturkan seperti pucuk muda, batang muda, daun muda, kotiledon, hipokotil, endosperma, embrio dan ujung akar (Gunawan, 1995: 41). Perbanyakan melalui multiplikasi tunas merupakan metode yang banyak digunakan dalam perbanyakan tanaman pada teknik kultur jaringan secara *in vitro*, karena selain cepat juga memiliki peluang yang kecil untuk terjadinya penyimpangan genetik (Gunawan, 1992) dalam (Wardani, 2016: 21). Pada

penelitian ini akan dikembangkan teknik kultur jaringan yaitu dengan menginduksi tunas aksilar dari *Phalaeonopsis amabilis*. Tunas aksilar diterapkan secara luas pada spesies tanaman angiospermae (biji tertutup) Boulay (1987) dalam Zulkarnain (2011: 81). Media yang digunakan adalah media Murashige dan Skoog (MS) telah terbukti cocok digunakan untuk teknik kultur *in-vitro*. Tidak hanya media yang dibutuhkan dan dipersiapkan dalam kultur jaringan eksplan anggrek melainkan juga zat pengatur tumbuh (ZPT).

Keberhasilan kultur jaringan anggrek juga tidak lepas dari pengaruh zat pengatur tumbuh (ZPT) dalam pertumbuhan dan perkembangan kultur jaringan Gunawan (1995: 43). Menurut Bhojwani dan Razdan (1983) dalam Zulkarnain (2011: 82) laju pengandaan tunas melalui percabangan aksilar, dapat ditingkatkan dengan memacu pertumbuhan tunas pada medium yang mengandung sitokinin dari jenis yang sesuai, pada konsentrasi yang tepat. Tunas-tunas yang terbentuk karena ketersediaan sitokinin yang kontinu muncul dari suatu tunas aksilar yang tumbuh dan berkembang menjadi tunas-tunas. Menurut Smith (1992) dalam Zulkarnain (2011: 99), salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan tunas adalah dengan penambahan hormon. Sitokinin yang biasa digunakan adalah *Benzyl Amino Purin* (BAP) karena memiliki respon yang baik. Hal tersebut dibuktikan dalam penelitian yang dilakukan oleh Wardani, 2016 yaitu multiplikasi tunas dengan menggunakan hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP).

Matakuliah kultur jaringan adalah salah satu matakuliah pilihan yang disajikan di Program Studi Pendidikan Biologi. Berdasarkan observasi dan wawancara yang telah dilakukan pada beberapa narasumber (dosen dan mahasiswa). Dosen menyatakan bahwa dalam pembelajaran kultur jaringan mahasiswa akan mempelajari teori-teori kultur jaringan dengan bantuan media *power point* dan pada saat melakukan praktek kultur jaringan menggunakan bahan ajar berupa panduan pratikum. Sedangkan pada mahasiswa semester lima yang mengambil matakuliah pilihan kultur jaringan menyatakan bahwa masih dibutuhkannya bahan ajar yang lain sebagai referensi untuk menunjang

pengetahuan ataupun wawasan tentang kultur jaringan salah satunya adalah modul.

Modul merupakan alternatif bahan ajar yang dapat digunakan oleh mahasiswa sesuai dengan karakteristiknya. Menurut Buku Pedoman Umum Pengembangan Bahan Ajar *dalam* Prastowo (2011: 104), modul diartikan sebagai sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Selanjutnya modul adalah satuan program pembelajaran terkecil yang dapat dipelajari oleh peserta didik secara perseorangan. Modul juga dimaksudkan untuk mempermudah siswa mencapai seperangkat tujuan yang telah ditetapkan (Wena, 2012: 230). Sehingga dalam pembuatan modul kultur jaringan anggrek ini berupa sudut pandang formulasi permasalahan, penyelesaian masalah, dan mengkomunikasikan manfaat hasil penelitian, hal tersebut diyakini mampu meningkatkan mutu pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu adanya modul kultur jaringan anggrek yang dapat dijadikan sebagai acuan oleh dosen kultur jaringan. Maka untuk kepentingan tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Hormon *Benzil Amino Purine* (BAP) pada Eksplan Tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) Secara *In-Vitro* dan Pengembangannya Sebagai Bahan Ajar Modul Kultur Jaringan di FKIP Biologi Universitas Islam Riau”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka identifikasi masalah pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Masih perlunya pelestarian anggrek secara komersil
2. Dalam penanaman anggrek secara kultur jaringan perlu menggunakan hormon *Benzyl Amino Purine* (BAP) sebagai pemicu pertumbuhan.
3. Masih terbatasnya bahan ajar yang mendukung mata kuliah kultur jaringan di FKIP Biologi Universitas Islam Riau.

4. Mahasiswa masih membutuhkan bahan ajar dalam pembelajaran untuk membantu pemahaman terhadap materi maupun praktek kultur jaringan di FKIP Biologi Universitas Islam Riau.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah pengaruh hormon *Benzyl Amino Purine* (BAP) terhadap Pertumbuhan Eksplan Tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) ?
2. Bagaimanakah validitas modul kultur jaringan pada Eksplan Tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) di FKIP Biologi Universitas Islam Riau yang dikembangkan ?

1.4 Pembatasan Masalah

Upaya untuk menghindari kesalahpahaman dan untuk lebih efisien dalam pelaksanaan penelitian yang selaras dengan judul penelitian, maka perlu adanya pembatasan masalah. Adapun pembatasan masalah tersebut adalah:

1. Bahan ajar yang dikembangkan berupa modul.
2. Pengembangan bahan ajar ini dikembangkan pada materi kultur jaringan pada eksplan tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dengan penggunaan hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP).
3. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan metode R&D berupa ADDIE yang pelaksanaannya hanya sampai tahap pengembangan. Hal ini dikarenakan keterbatasan waktu dan biaya.

1.5 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.5.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) terhadap pertumbuhan Eksplan Tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.).

2. Untuk mengetahui kevalidan bahan ajar modul kultur jaringan pada Eksplan Tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang telah dikembangkan.

1.5.2 Manfaat Penelitian

Dengan tercapainya tujuan penelitian maka manfaat yang diharapkan akan didapat yaitu:

1. Tersedianya modul kultur pada eksplan tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) pada mata kuliah Kultur Jaringan.
2. Bagi dosen, diharapkan dapat menjadi bahan informasi untuk meningkatkan dan mengembangkan penggunaan modul dalam proses pembelajaran, serta menjadi bahan ajar alternatif yang membantu dosen dalam menyampaikan materi.
3. Bagi mahasiswa, diharapkan modul ini sebagai penunjang kegiatan pembelajaran kultur jaringan.
4. Bagi peneliti, diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan serta mengaplikasikannya.
5. Bagi pembaca, diharapkan dapat menjadi suatu kajian yang menarik agar dapat ditelusuri dan dikaji lebih lanjut secara mendalam.
6. Bagi masyarakat (yang membudidayakan anggrek), diharapkan dapat menjadi acuan dalam mengembangkan tanaman dengan teknik kultur jaringan.

1.6 Spesifikasi Produk

Produk hasil penelitian pengembangan adalah modul yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Produk yang dihasilkan berupa modul kultur jaringan tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) pada eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dengan hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP). Modul yang dikembangkan disesuaikan isinya dengan RPS Matakuliah

Kultur Jaringan pada minggu ke-13 dan hasil penelitian kultur jaringan anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.).

2. Modul dikembangkan dengan desain ADDIE yaitu : (a) tahapan analisis yang terdiri dari 3 langkah yaitu : 1) analisis Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI), 2) analisis kebutuhan, 3) analisis mahasiswa; (b) tahapan desain (perancangan) modul; (c) tahapan pengembangan.
3. Pembuatan modul dengan menggunakan bantuan program *Corel Draw* dan *Microsoft Word* dengan jenis penulisan *Times New Roman* dengan ukuran 12, batas-batas tepi (margin): tepi atas 3 cm, tepi kiri 3 cm, tepi bawah 3 cm, tepi kanan 3 cm.

1.7 Hipotesis Kultur Jaringan Tanaman Anggrek Bulan

Berdasarkan rumusan masalah mengenai “Apakah ada pengaruh hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) terhadap eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.)”, maka perlu dibuat Hipotesis Penelitian atau dugaan sementara sebagai berikut: Ada pengaruh pemberian hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) pada Eksplan Tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) secara *in vitro*.

1.8 Definisi Istilah Judul

Agar tidak terjadi kesalahpahaman tentang penelitian ini, peneliti menjelaskan perlu diberikan defenisi operasional sebagai berikut :

1. Penelitian pengembangan adalah suatu penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan suatu produk atau model dan menilai produk/model yang dikembangkan (Sugiyono, 2012: 407).
2. Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar dikelas. Bahan yang dimaksud biasanya berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis (Amri dan Ahmadi, 2010: 159).
3. Modul adalah sebuah bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik sesuai tingkat pengetahuan

dan usia mereka, agar mereka dapat belajar sendiri (mandiri) dengan bantuan dan bimbingan yang minimal dari pendidik (Prastowo, 2011: 104).

4. Kultur jaringan adalah teknik perbanyak tanaman dengan memperbanyak jaringan mikro tanaman yang ditumbuhkan secara *in vitro* menjadi tanaman yang sempurna dalam jumlah yang tidak terbatas (Yuliarti, 2010: 1).
5. Eksplan adalah bagian atau potongan tanaman yang digunakan sebagai sumber kultur jaringan (Parnata, 2005: 120).
6. Hormon adalah senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tanaman tingkat tinggi secara endogen, senyawa tersebut berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan serta perkembangan sel, jaringan dan organ tanaman menuju arah diferensiasi tertentu (Zukarnain, 2011: 98).



BAB 2

TINJAUAN TEORI

2.1 Tanaman Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.)

2.1.1 Asal-Usul dan Penyebaran

Sentrum utama asal tanaman anggrek bulan ditemukan di kawasan Asia tropik, terutama Indonesia, Filipina, serta Malaysia. Sejarah ditemukannya tanaman anggrek bulan terjadi pada abad ke-17. Rumphius disebut-sebut sebagai orang yang pertama kali menemukan spesies anggrek bulan di Ambon, pada tahun 1950, yang kemudian diberi nama *Epidendrum albummajus*. Pada tahun 1753, Linnaeus memberikan nama *Epidendrum amabila* pada spesies anggrek bulan di Nusakambangan, yang kemudian diberi nama *Phalaenopsis amabilis*. Sejak saat itu hingga sekarang, anggrek bulan dikategorikan dalam genus *Phalaenopsis* (Rukmana, 2000:14).

Penyebaran aneka jenis atau spesies anggrek bulan sebagian besar terdapat dikawasan ASEAN. Di Indonesia, plasma nutfah anggrek bulan tumbuh secara alami dalam habitat hutan diberbagai daerah (wilayah), misalnya Maluku, Sulawesi, Seram, Ambon, Buru, Kalimantan, Sumatra, dan Jawa, sedangkan di luar kawasan ASEAN, anggrek bulan dapat ditemukan di Queensland (Australia), Papua New Guinea dan Pegunungan Himalaya (India) (Rukmana, 2000:14).

2.1.2 Paradigma Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.)

Salah satu jenis tanaman hias penting di dunia adalah anggrek. Menurut para ahli botani, di dunia terdapat lebih dari 30.000 spesies anggrek, yang mencakup 660 generasi, dengan 75.000 hibrida terdaftar. Adapun potensi plasma nutfah di Indonesia diperkirakan lebih dari 5.000 jenis. Keanekaragaman jenis anggrek yang tinggi memberikan kemungkinan bagi pengembangan aneka jenis anggrek, baik sebagai bunga potong maupun sebagai tanaman hias berbunga (Rukmana, 2000: 9).

Anggrek *Phalaenopsis* merupakan salah satu anggrek kebanggaan nasional, diantara jenis anggrek yang terdapat di Indonesia. Pada tanggal 5 Juni 1990, anggrek bulan dari spesies *Phalaeonopsis amabilis* resmi dinobatkan sebagai

bunga nasional, dengan sebutan *Puspa Pesona*. Anggrek tersebut memiliki ciri khas bunga berwarna putih bersih dengan lidah kuning keemasan. Penetapan anggrek bulan sebagai bunga nasional mengacu pada beberapa kriteria, yaitu merupakan tumbuhan (flora) asli Indonesia; disukai oleh masyarakat luas; mudah diperoleh disembarang tempat; mudah diperbanyak atau dikembangkan; dan mempunyai kekhasan, berbau harum, keunikan, dan karakteristik semacamnya (Rukmana, 2000: 9-10).

Anggrek bulan adalah salah satu spesies dari genus *Phalaenopsis* yang dianggap cukup penting karena peranannya sebagai induk dapat menghasilkan berbagai keturunan atau hibrida. Keistimewaan lainnya adalah mampu berbunga sepanjang tahun dengan masa rata-rata berbunga selama satu bulan (Iswanto, 2008) dalam (Noviantia, 2016: 26). Tanaman anggrek *Phalaenopsis* cukup dikenal masyarakat kita dan dunia Internasional. Di Indonesia anggrek *Phalaenopsis* dikenal dengan sebutan “Anggrek Bulan”. Sementara itu, di luar negeri dikenal dengan sebutan “Anggrek kupu-kupu” atau *butterfly orchids*. Apabila ditelusuri kebelakang, tanaman anggrek ini mendapatkan sebutan *Phalaenopsis* dimulai pada tahun 1825 oleh seorang ilmuwan asal negeri Belanda Dr.C.L.Blume. Setelah diteliti lebih lanjut, diketahui bahwa bunga tersebut berasal dari tanaman anggrek yang hidupnya epifit. Anggrek ini selanjutnya diberikan sebutan *Phalaenopsis* dari bahasa latin yaitu *Phalaenopsis* (kupu-kupu) dan *opsis* (menyerupai) (Natasaputra, 2011) dalam (Hardi, 2016: 5).

Dalam taksonomi tumbuhan menurut (Rukmana, 2000:15) klasifikasi anggrek bulan adalah sebagai berikut :

- Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)
- Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
- Subdivisi : Angiospermae (biji tertutup)
- Kelas : Monocotyledonae (berbiji tertutup)
- Ordo : Orchidales
- Famili : Orchidaceae (anggrek-anggrekan)
- Genus : *Phalaenopsis*
- Species : *Phalaenopsis amabilis* L.

2.1.3 Karakteristik Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.)

Anggrek dibedakan menjadi dua tipe, yaitu anggrek monopodial dan anggrek simpodial. Berdasarkan tipe pertumbuhannya, pada anggrek monopodial mempunyai satu batang utama yang terus-menerus tumbuh pada puncaknya. Karangan bunganya timbul dari batang diantara daun-daun dan biasanya berurutan dari satu sisi ke sisi lainnya. Sedangkan pada anggrek simpodial juga memiliki batang utama, tetapi berbeda dengan batang monopodial yang selalu tumbuh dipuncaknya. Batang simpodial mempunyai batas pertumbuhan maksimum, bila telah mencapai pertumbuhan penuh, batang akan menumbuhkan bunga dengan tangkai bunga yang timbul dari pucuk atau sisi batang (Lisa, 2008:10).

Menurut Rukmana (2000: 15-17) anggrek *Phalaenopsis amabilis* L. memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Akar tanaman anggrek bulan terdiri atas dua macam, yaitu akar lekat dan akar udara. Akar lekat berfungsi untuk melekat dan menahan keseluruhan tanaman agar tetap berada pada posisinya. Adapun akar udara berperan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena berkemampuan menyerap unsur hara.
2. Batang tanaman anggrek bulan berukuran amat pendek, bahkan kadang-kadang tidak tampak karena tertutup pelepah daun. Daun berbentuk lanset atau bundar panjang sampai jorong, dengan panjang antara 20 cm – 30 cm dan lebar 3 cm – 12 cm, berdaging tebal, berwarna hijau kelam, hijau muda, hijau keungu-unguan, sampai hijau kemerah-merahan.
3. Pertumbuhan tanaman anggrek bulan tergolong dalam tipe *simpodial*, yaitu memiliki tipe pertumbuhan ujung batang ke satu arah (ke atas) dan terbatas. Adapun tipe pertumbuhan bunganya adalah *pleurente* yang berarti karangan bunganya (*inflorescentia*) tumbuh dari pangkal atau samping batang. Bunga *pleurente* adalah bunga yang terbentuk diantara helaian daun (Gunawan,1989: 6).
4. Buah berbentuk jorong bergaris-garis, dengan panjang mencapai 10 cm atau lebih. Buah muda nampak segar dan berwarna hijau, namun setelah matang (tua), berubah menjadi kecokelat-cokelatan dan kering.

Bila buah tua dibelah, akan tampak lapisan menyerupai kapas yang dipenuhi beribu-ribu biji anggrek bulan (Rukmana, 2000: 17). Biji-biji anggrek ini tidak mempunyai endosperm yaitu cadangan makanan seperti biji tanaman lainnya. Oleh karena itu untuk perkecambahannya dibutuhkan gula dan persenyawaan-persenyawaan lain dari luar atau dari lingkungan sekelilingnya (Gunawan, 1989: 6).

2.1.4 Persyaratan Tumbuh Anggrek (*Phalaenopsis amabilis* L.)

Tanaman anggrek bulan memerlukan persyaratan tumbuh yang berkaitan dengan keadaan iklim dan medium tumbuhnya dengan tujuan untuk dapat tumbuh dan berbunga secara optimal. Tanaman anggrek bulan yang tumbuh di habitat alami, misalnya di hutan-hutan belantara. Masing-masing jenis anggrek bulan mempunyai tempat hidup (tumbuhan inang) yang spesifik. Anggrek bulan *Phalaenopsis amabilis* L., lebih banyak tumbuh pada pohon jati, bungur, heuras, dan kiara (Rukmana, 2000: 31). Pada dasarnya ada beberapa kondisi optimal yang menyebabkan tanaman anggrek tumbuh dengan baik antara lain :

1. Pemilihan Eksplan, eksplan yaitu bagian dari tanaman yang digunakan dalam kulturisasi. Eksplan ini menjadi bahan dasar bagi pembentukan kalus (bentuk awal calon tunas yang kemudian mengalami proses pelengkapan bagian tanaman seperti daun, batang dan akar). Sebagian eksplan sebaiknya dipilih pucuk muda tanaman dewasa yang diketahui asal-usul dan varietasnya, tidak terinfeksi penyakit, dan jenisnya unggul (Nugroho dan Heru, 1996: 4)
2. Cahaya, cahaya sangat penting bagi pertumbuhan tanaman anggrek. Cahaya merupakan sumber energi yang berguna untuk proses fotosintesis. Fotosintesis akan menghasilkan energi yang berguna bagi kehidupan tanaman anggrek, baik untuk tumbuh maupun membentuk daun, bunga, dan biji. Selain itu, juga berfungsi dalam membangun atau memperbaiki bagian tanaman yang rusak dan menyimpan cadangan makanan (Pranata, 2005: 23). Secara umum dapat dikatakan bahwa anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) memerlukan cahaya matahari sebanyak 15% - 30%, ini berarti

bahwa jenis anggrek bulan menyukai tipe cahaya yang semi-terduh (Rukmana, 2000: 32).

3. Ketinggian tempat, umumnya tanaman anggrek tumbuh dengan baik di daerah tropis. Meskipun demikian, ketinggian tempat juga ikut menentukan pertumbuhannya. Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dapat tumbuh baik di dataran rendah sampai dataran tinggi atau sekitar 50 m –1000m di atas permukaan laut (Rukmana, 2000 :32).
4. Kelembaban, tanaman anggrek dapat tumbuh dengan cukup baik pada kelembaban udara sekitar 50%, tetapi kelembaban udara yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman anggrek sekitar 70%. Kelembaban udara yang tinggi bukan berarti tanaman anggrek dapat tumbuh dengan baik jika kondisi akarnya terendam air, pada kondisi terendam air tanaman anggrek justru akan mudah terserang penyakit, seperti penyakit busuk daun dan busuk tunas (Parnata, 2005: 32).
5. Suhu, suhu udara yang ideal berkisar antara 15°C – 35°C (Rukmana, 2000: 32). Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang ditempatkan pada tempat yang memiliki temperatur tinggi maka kualitas bunganya akan buruk, selain itu, anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) juga dapat mengalami dehidrasi karena terlalu tingginya tingkat penguapan (Parnata, 2005: 31).

2.2 Paradigma Kultur Jaringan

2.2.1 Pengertian Kultur Jaringan

Kultur jaringan sering disebut juga tissue culture. Kultur adalah budidaya, dan jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Kultur Jaringan adalah metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman, seperti sel, sekelompok sel, jaringan, dan organ, serta menumbuhkan dalam kondisi aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman yang lengkap dan kultur jaringan, membudidayakan jaringan tanaman menjadi tanaman baru yang mempunyai sifat sama dengan induknya (Henuhili, 2013: 2).

Kultur jaringan sering dilakukan pada tanaman-tanaman yang mempunyai kendala dimana perbanyakan generatif tidak mungkin dapat dilakukan, sehingga perbanyakan vegetative merupakan alternatifnya. Menurut Hartman (1990) dalam Zulkarnain (2011: 56-58) menyatakan bahwa teknik kultur jaringan tanaman didasarkan atas prinsip-prinsip sebagai berikut :

1. Totipotensial sel

Totipotensial sel adalah suatu konsep yang menyatakan bahwa setiap sel hidup memiliki potensi genetik untuk menghasilkan organisme lengkap. Selanjutnya, Ochat dan power (1992) dalam Zulkarnain (2011: 56) menyatakan bahwa istilah totipotensi digunakan untuk menunjukkan kapasitas genetika dari sel-sel tanaman yang berada pada tahap perkembangan *uninucleate* untuk beregenerasi menjadi tanaman lengkap, baik secara langsung maupun melalui fase kalus. Sementara itu, fenomena tumbuhnya tanaman dari sel-sel jaringan, organ, meristem, atau embrio zigot yang dikulturkan secara *in-vitro* diistilahkan sebagai regenerasi.

2. Regenerasi pucuk dan akar akibat pengaruh hormon

Prinsip dasar kultur jaringan yang kedua adalah regenerasi pucuk dan akar akibat adanya hormon tanaman. Hal itu dapat terjadi berkat ditemukannya zat-zat pengatur tumbuh, terutama auksin dan sitokinin. Pemberian auksin dan sitokinin merupakan tindakan yang sangat penting dalam mengatur pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel, serta pembentukan organ tanaman di dalam sistem kultur jaringan.

3. Organogenesis dan embriogenesis

Memahami konsep Skoog dan Miler yang menyatakan bahwa regenerasi tunas dan akar *in vitro* dikontrol secara hormonal oleh Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) sitokinin dan auksin. Organogenesis adalah proses terbentuknya organ seperti tunas atau akar baik secara langsung dari permukaan eksplan atau secara tidak langsung melalui pembentukan kalus terlebih dahulu (Yusnita, 2003) dalam (Wardani, 2016: 36). Pada kultur suspensi, sel-sel berkembang menjadi struktur yang menyerupai embrio yang disebut embrioid, fenomena tersebut didefinisikan sebagai embriogenesis (Hartmann, 1990) dalam (Zulkarnain, 2011: 58).

4. Kompetensi dan determinasi

Kontrol terhadap proses perkembangan jaringan pada kultur *in-vitro* sangat erat kaitannya dengan kompetensi dan determinasi. Menurut Hartmann (1990) dalam Zulkarnain (2011: 58) menyatakan bahwa istilah kompetensi digunakan untuk menunjukkan kemampuan internal dari suatu sel atau jaringan tertentu untuk berkembang sedemikian rupa melalui serangkaian program seluler endogen atau memori.

2.2.2 Manfaat Kultur Jaringan

Manfaat utama dari aplikasi teknik kultur jaringan tanaman adalah perbanyakan klon atau perbanyakan massal dari tanaman yang sifat genetiknya identik satu sama lain. Adapun manfaat dari kultur jaringan antara lain :

1. Perbanyakan klon secara tepat. Pada prinsipnya, dengan teknik kultur jaringan setiap sel dapat diinduksi untuk beregenerasi menjadi individu tanaman lengkap dengan sifat genetik yang identik satu sama lain. Pada kultur organ, pucuk-pucuk *in vitro* dapat disubkulturkan untuk penggandaan lebih lanjut sehingga dalam waktu singkat akan dihasilkan individu tanaman dalam jumlah besar (Zulkarnain, 2011: 38).
2. Keseragaman genetik. Karena prosedur kultur jaringan bersifat vegetatif maka rekombinasi acak dari karakter genetik yang terjadi pada perbanyakan seksual (melalui biji) dapat dihindarkan. Oleh karena itu, tanaman yang dihasilkan secara genetik akan identik dengan induknya (Zulkarnain, 2011: 38).
3. Stok tanaman mikro. Kualitas dan kondisi tanaman induk atau sumber bahan dapat berpengaruh nyata terhadap keberhasilan upaya perbanyakan tanaman, termasuk melalui kultur jaringan. Faktor-faktor seperti nutrisi, suplai air, patogen, cahaya, dan suhu dapat memengaruhi kualitas dan kondisi tanaman induk tersebut. Oleh karena itu, stok tanaman induk dapat dipelihara secara *in vitro* dan sejumlah setek mikro dapat diperoleh untuk selanjutnya diperakarkan didalam sistem perbanyakan konvensional (*in vivo*) (Zulkarnain, 2011: 39).

4. Produksi tanaman sepanjang tahun. Melalui teknik kultur jaringan terbuka peluang untuk memperbanyak tanaman di sepanjang tahun. Hal itu dapat dilakukan karena teknik ini tidak bergantung pada musim (Zulkarnain, 2011: 40).
5. Memperbanyak tanaman yang sulit diperbanyak secara vegetatif konvensional. Sejumlah tanaman sangat sulit diperbanyak secara vegetatif konvensional, terutama karena sulitnya menginduksi pembentukan akar (pada setek maupun cangkok) atau tidak adanya kesesuaian antara batang atas dan batang bawah (pada penyambungan). Melalui teknik kultur jaringan, hal itu dapat diatasi dengan melakukan manipulasi terhadap lingkungan kultur (misalnya dengan perlakuan hormon, cahaya, dan suhu) atau dengan menggunakan eksplan yang memiliki daya meristematik tinggi (Zulkarnain, 2011: 39).
6. Membantu proses konservasi dan preservasi plasma nutfah tanaman. Didalam bidang Agronomi, konservasi plasma nutfah biasanya dilakukan secara *in vivo* dalam bentuk penyimpanan biji atau tanaman hidup di kebun koleksi, kebun raya, hutan lindung dan sebagainya cara ini memerlukan biaya yang cukup besar. Konservasi secara *in vitro* mengatasi masalah areal yang dibutuhkan karena plasma nutfah yang ditumbuhkan dalam kultur *in vitro* diletakkan dalam rak. Preservasi tanaman umumnya dilakukan dengan cara penyimpanan biji di dalam ruangan bertemperatur rendah (Gunawan, 1995: 18).

Menurut Yuliarti (2010: 2-3) kultur jaringan sangat menguntungkan karena memiliki sejumlah keunggulan yaitu :

1. Untuk pengadaan bibit tidak lagi bergantung pada musim.
2. Bibit dapat diproduksi dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif cepat (dari satu mata tunas, dalam 1 tahun dapat dihasilkan minimal 10.000 bibit).
3. Bibit yang dihasilkan bersifat seragam.
4. Bibit yang dihasilkan bebas penyakit, asalkan diambil dari organ tertentu yang bebas penyakit.

5. Biaya pengangkutan bibit relatif lebih murah dan mudah.
6. Proses pembibitannya bebas dari gangguan hama, penyakit, dan deraan lingkungan lainnya.

2.2.3 Macam-Macam Teknik Kultur Jaringan

Menurut Zulkarnain (2011: 79-88) terdapat beberapa teknik kultur jaringan yaitu :

1. Kultur Meristem

Teknik kultur jaringan ini menggunakan potongan tunas yang sangat kecil, terdiri atas satu kubah meristem dan beberapa primordia daun. Tipe kultur ini dimanfaatkan untuk mendapatkan tanaman bebas virus dari bahan induk yang terinfeksi. Meristem yang digunakan pada kultur meristem biasanya hanya terdiri atas kubah apikal. Sejumlah primordia daun dapat diikutsertakan karena apabila eksplan terlalu kecil akan sangat sulit untuk meregenerasi akar.

2. Proliferasi Tunas Aksilar

Boulay (1987) menyatakan bahwa proliferasi tunas aksilar diterapkan secara luas pada spesies tanaman angiospermae. Tipe kultur jaringan ini menggunakan tunas-tunas terminal dan lateral yang proliferasi tunas aksilarnya dipacu dan pertumbuhan tunas terminalnya ditekan. Keuntungan pemanfaatan proliferasi tunas aksilar dari meristem, ujung pucuk, atau tunas sebagai sarana regenerasi karena tunas-tunas tersebut telah berproliferasi secara *in vivo*.

3. Induksi Pucuk Adventif

Istilah pucuk adventif ditujukan pada pucuk-pucuk yang muncul dari setiap bagian tanaman, selain ketiak daun dan ujung pucuk (Bhojwani dan Razdan, 1983). Hartmann *et al.* (1990) menyatakan bahwa induksi pucuk adventif, termasuk inisiasi perkembangan pucuk adventif dari eksplan, maupun dari kalus yang dihasilkan eksplan sebagai akibat adanya perlakuan dan perlakuan zat pengatur tumbuh.

4. Organogenesis

Teknik kultur jaringan dengan menumbuhkan kalus dilanjutkan dengan organogenesis berhasil dibuktikan pada sejumlah spesies tanaman. Dalam perbanyakan mikro, produksi kalus biasanya dihindari karena dapat menimbulkan variasi. Kadang – kadang eksplan menghasilkan kalus, bukan tunas baru, khususnya jika diberikan hormon dengan konsentrasi tinggi pada media (Zulkarnain, 2011: 84). Dalam hal lain, kalus sengaja diinduksi karena potensinya untuk produksi massal plantlet baru. Potensi terbesar penggunaan kultur kalus adalah dimana sel –sel kalus dapat dipisahkan dan diinduksi untuk berdiferensiasi menjadi embrio somatik. Secara morfologi, embrio ini mirip dengan yang ada pada biji, tapi tidak seperti embrio biji, mereka secara genetik bersifat identik dengan tanaman tertua (Henuhili: 2013).

5. Embriogenesis Somatik

Kultur dari embrio yang belum cukup tua yang diambil dari biji memiliki 2 macam aplikasi. Pertama, inkompatibilitas pada beberapa spesies atau kultivar yang timbul setelah pembentukan embrio akan menyebabkan aborsi embrio. Embrio seperti ini dapat diselamatkan dengan cara mengkulturkan embrio yang belum cukup tua dan menumbuhkannya pada media kultur yang sesuai (Henuhili: 2013).

Keberhasilan didalam kultur jaringan dipengaruhi hal-hal sebagai berikut :

1. Seleksi bahan eksplan, seleksi bahan eksplan yang cocok merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan program kultur jaringan. Untuk memulai sistem kultur jaringan yang baru dengan spesies atau kultivar tanaman yang baru pula, seringkali menghendaki analisis yang sistematis terhadap potensi eksplan dari setiap tipe jaringan. Oleh karena itu, Pierik (1997) mengemukakan tiga aspek utama yang harus diperhatikan dalam seleksi bahan eksplan, yaitu genotip, umur, dan kondisi fisiologis bahan tersebut (Zulkarnain, 2011: 90)
2. Sterelisasi bahan eksplan, kultur jaringan meliputi penanaman sel, jaringan, dan organ tanaman pada medium yang mengandung gula, vitamin, asam-

asam amino, garam-garam anorganik, air, zat pengatur tumbuh, dan bahan pematat. Komposisi medium tumbuh sangat menguntungkan bagi pertumbuhan cendawan dan bakteri, sehingga sterilisasi bahan eksplan sangat penting untuk diperhatikan (Zulkarnain, 2011: 92)

3. Zat pengatur tumbuh, menurut Pierik (1997) *dalam* Zulkarnain (2011:98) mengemukakan bahwa fitohormon adalah senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tanaman tingkat tinggi secara endogen. Senyawa tersebut berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan serta perkembangan sel, jaringan, dan organ tanaman menuju arah diferensiasi tertentu. Bahkan, Pierik (1997) *dalam* Zulkarnain (2011:98) menyatakan bahwa sangat sulit untuk menerapkan teknik kultur jaringan pada upaya memperbanyak tanaman tanpa melibatkan zat pengatur tumbuh.
4. Media tumbuh, yang mana didalam media tumbuh itu terkandung komposisi garam an-organik dan zat pengatur tumbuh. Terdapat 13 komposisi media dalam kultur jaringan, antara lain Murashige dan Skoog (MS), Woody Plant Medium (WPM), Knop, Knudson-C, Anderson, dll. Media yang paling sering digunakan adalah MS (Yuliarti, 2010: 17)
5. Kondisi lingkungan sangat menentukan terhadap tingkat keberhasilan pembiakan tanaman dengan kultur jaringan. Kondisi lingkungan yang harus dibentuk adalah lingkungan yang aseptis. Lingkungan aseptis akan menurunkan tingkat kontaminan pada eksplan sehingga meningkatkan keberhasilan dalam proses kultur jaringan (Santoso dan Nursandi, 2004) *dalam* (Wardani, 2016: 116). Lingkungan tumbuh yang memengaruhi regenerasi tanaman, meliputi temperatur, panjang penyinaran, intensitas penyinaran, kualitas sinar, dan ukuran wadah kultur (Yuliarti, 2010: 17).

2.2.4 Media Kultur Jaringan

Keberhasilan dalam teknologi serta penggunaan metode *in vitro* terutama disebabkan pengetahuan yang lebih baik tentang kebutuhan hara sel dan jaringan yang dikulturkan. Hara terdiri dari komponen yang utama dan komponen tambahan. Komponen utama meliputi garam mineral, sumber karbon (gula), vitamin dan pengatur tumbuh. Komponen lain seperti senyawa nitrogen organik,

berbagai asam organik, metabolit dan ekstrak tambahan tidak mutlak, tetapi dapat menguntungkan ketahanan sel dan perbanyakkan (Wetter dan Constabel, 1991: 2).

Faktor penentu didalam media tumbuh adalah komposisi garam anorganik, zat pengatur tumbuhan, zat pengatur tumbuh, dan bentuk fisik media. Komposisi garam anorganik telah dikembangkan berbagai ahli. Ada yang tinggi konsentrasi garamnya, ada yang sedang, dan ada yang rendah (Gunawan, 1995: 42-43).

Media kultur jaringan bisa dibuat dalam dua bentuk, yaitu cair dan padat. Media cair memiliki kelebihan dalam memperluas interaksi antara media dan permukaan jaringan. Media cair lebih sering dipakai karena memberikan hasil yang lebih bagus walaupun membutuhkan investasi peralatan yang lebih besar. Sementara itu, media padat biasanya hanya digunakan pada kultur proliferasi *protocorm* adalah pembiakan biji yang sangat kecil dan tidak dapat ditunjukkan bagian yang akan tumbuh menjadi batang dan bagian yang akan tumbuh menjadi akar (Parnata, 2005: 123-124).

Media tumbuh mengandung beberapa komposisi garam an-organik dan zat pengatur tumbuh. Terdapat 13 komposisi media dalam kultur jaringan, antara lain Murashige dan Skoog (MS), Woody Plant Medium (WPM), Knop, Knudson-C, Anderson, dan lain-lain. Media yang paling sering digunakan adalah MS (Yuliarti, 2010: 17). Media MS adalah media yang paling banyak digunakan. Media ini merupakan media yang sangat lengkap kandungan unsur haranya dan biasanya diperkaya juga oleh adanya vitamin dan hormon. Namun untuk berbagai jenis tanaman biasanya media ini masih tetap digunakan sebagai media dasar, yang berbeda adalah kombinasi maupun konsentrasi dari media tersebut (Hendaryono dan Wijayani, 2004). Media ini mengandung garam dan nitrat dengan konsentrasi yang lebih tinggi dibanding media lain, sukses digunakan pada berbagai tanaman dikotil (Yuliarti, 2010: 22).

2.2.5 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Fitohormon adalah senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tanaman tingkat tinggi secara endogen. Senyawa tersebut berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan serta perkembangan sel, jaringan, dan organ tanaman menuju arah diferensiasi tertentu. Senyawa-senyawa lain memiliki karakteristik yang sama

dengan hormon, tetapi diproduksi secara eksogen, dikenal sebagai zat pengatur tumbuh (Pierik) *dalam* Zulkarnain (2011: 98).

Menurut Gunawan (1989: 76) hormon tanaman yang digunakan dalam kultur jaringan yaitu:

1. Auksin. Yang termasuk dalam golongan auksin adalah persenyawaan-persenyawaan IAA (Indole Acetic Acid), NAA (Naphtalene Acetic Acid), IBA (Indole Butyric Acid), dan 2, 4-D (2,4-Di-chlorophenoxy Acetic Acid).
2. Sitokinin. Yang termasuk dalam golongan sitokinin adalah: Kinetin, Zeatin, Benzyl Amino Purine/Benzyl Adenin (BAP/BA), dan 2iP (2 Isopentenyl Adenine).
3. Giberelin.

Istilah auksin (dari bahasa Yunani *auxein* 'meningkatkan') pertama kali digunakan oleh Frist Went, seorang mahasiswa pascasarjana di Negei Belanda pada tahun 1926. Auksin yang ditemukan Went diketahui sebagai asam indolasetat (IAA) dan beberapa ahli fisiologi masih menyamakan IAA dengan Auksin (Salisbury & Cleon, 1995: 37).

Auksin adalah sekelompok senyawa yang fungsinya merangsang pemanjangan sel-sel pucuk yang spektrum aktivitasnya menyerupai IAA (indole-3-acetic acid). Pada umumnya auksin meningkatkan pemanjangan sel, pembelahan sel, dan pembentukan akar adventif (Pierik, 1997) *dalam* (Zulkarnain, 2009: 98). Sitokinin yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Benzyl Amino Purine* (BAP). Peranan *Benzyl Amino Purine* (BAP) dalam pertumbuhan tanaman antara lain berhubungan dengan proses pembelahan sel, proliferasi tunas, dan morfogenesis. BAP termasuk golongan sitokinin yang dapat berpengaruh pada berbagai proses pada tingkat pembuatan protein mengingat keasaman struktur sitokinin dengan adenine yang merupakan komponen dari DNA dan RNA (Wattimena, 1991) *dalam* (Yuswanti, 2015: 167). Fungsi utama sitokinin adalah memacu pembelahan sel. Skoog dan beberapa kawannya juga mendapati bahwa jika nisbah sitokinin terhadap auksin dipertahankan, akan tumbuh sel meristem pada kalus tersebut; sel itu membelah dan mempengaruhi sel lainnya untuk berkembang menjadi kuncup, batang, dan daun (Salisbury & Cleon, 1995: 68).

Hasil penelitian Siska,*dkk*, pemberian IAA dan BAP (*Benzyl Amino Purine*) berpengaruh nyata terhadap saat muncul tunas. Hal tersebut dikarenakan hormon IAA merupakan hormon yang berperan dalam mengatur pertumbuhan dan pemanjangan sel. Sedangkan hormon BAP (*Benzyl Amino Purine*) merupakan hormon yang dapat menstimulasi pembelahan sel dan morfogenesis. Keseimbangan antara BAP (*Benzyl Amino Purine*) dan IAA sangat penting dalam menginduksi tunas karena masing-masing zat pengatur tumbuh tersebut mempunyai peranan dalam menginduksi tunas.

Peran utama sitokinin adalah untuk pembelahan sel, mendorong morfogenesis, pertunasan dan pembentukan kloroplas (Suryanto, 2009) *dalam* (Yuswanti *dkk*, 2015: 167). Selain itu sitokinin juga mempunyai fungsi, yaitu untuk meningkatkan pembelahan sel, dominansi apikal, dan diferensiasi tunas (Abbas, 2011) *dalam* (Yuswanti *dkk*, 2015: 167). Jika zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin ini dikombinasikan dalam konsentrasi yang sesuai dapat memacu pertumbuhan eksplan.

2.2.6 Eksplan Tunas Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.)

Sel didalam tanaman mempunyai sifat berdiri sendiri dan mempunyai susunan gen. Jika sel tersebut dipisahkan dari induknya dan ditanam dimedia yang cocok akan tumbuh menjadi tanaman baru. Hal inilah yang dilakukan pada kultur jaringan. Bagian atau potongan tanaman yang digunakan sebagai sumber kultur jaringan disebut eksplan. Umumnya, semua bagian tanaman bisa digunakan untuk eksplant. Namun, tidak semua jaringan tanaman tersebut mudah ditumbuhkan. Karenanya, bagian tanaman yang sebaiknya digunakan adalah yang sedang mengalami pertumbuhan pesat atau sebagai pusat pertumbuhan. Bagian tanaman tersebut diantaranya meristem, pucuk tanaman, batang, daun muda, dan tunas muda. Jika menggunakan potongan tunas muda adventif sebagai eksplant, tinggi yang sebaiknya tidak lebih dari 10 cm (Parnata, 2005: 120).

Menurut Santoso dan Nursandi (2004) *dalam* Wardani (2016: 37) eksplan berupa sel, jaringan atau organ yang digunakan sebagai bahan inokulum dan ditanam dalam media kultur, bagian yang digunakan sebagai eksplan adalah sel yang aktif membelah, dari tanaman induk sehat dan berkualitas tinggi. Ukuran

eksplan kecil ketahanan eksplan kurang baik dan bila eksplan terlalu besar, akan mudah terkontaminasi. Menurut Rahardja dan Wiryanta (2013) dalam Wardani (2016: 45) tunas merupakan ranting muda yang baru tumbuh atau calon tanaman baru yang tumbuh dari bagian tanaman. Menurut Rohayani (2009) dalam Wardani (2016: 22) induksi tunas aksilar pada tanaman Anggrek *Phalaenopsis* merupakan tahap awal dari multiplikasi tanaman. Penambahan zat pengatur tumbuh BAP (*Benzyl Amino Purine*) mampu memperbanyak munculnya tunas aksilar, sehingga semakin banyak jumlah tunas aksilar, akan memperbanyak jumlah bibit tanaman yang dihasilkan. Oleh karena itu dalam penelitian ini dipilih induksi tunas karena perannya mampu sebagai penyediaan bibit.

Proliferasi tunas aksilar diterapkan secara luas pada spesies tanaman angiospermae. Proliferasi tunas aksilar menjadi sangat populer pada perbanyakan vegetatif melalui kultur jaringan karena sel-sel tunas bersifat seragam dan resisten terhadap perubahan-perubahan genotip (Bhojwani dan Razden, 1983) dalam (Zulkarnain, 2011: 81). Keuntungan pemanfaatan proliferasi tunas aksilar dari meristem, ujung pucuk, atau tunas sebagai sarana regenerasi karena tunas-tunas tersebut telah berproliferasi secara *in vivo*. Yang diperlukan hanya pemanjangan tunas dan diferensiasi akar untuk mendapatkan tanaman lengkap (Zulkarnain, 2011: 81).

2.2.7 Teknik Kultur Jaringan

Menurut Nugroho dan Heru (1996: 25-50) terdapat beberapa langkah kerja yang harus dilakukan dalam kultur jaringan yaitu:

1. Pembuatan Media Kultur

Media kultur jaringan ada yang hanya mengandung garam makro serta vitamin, ada juga yang lengkap sampai hormon dan gula tergantung dari jenisnya,. Formula ini memang memudahkan pekerjaan. Namun, suatu penelitian atau pembuatan media untuk komoditas (jenis tanaman) yang memerlukan perubahan komposisi dalam satu atau beberapa komponen maka pemisahan komponen-komponen penyusun media perlu dilakukan.

Menurut Gunawan (1995: 50), mata rantai pertama dalam pelaksanaan kultur *in vitro* adalah persiapan media tanam. Dalam media diberikan berbagai

garam mineral, air, gula, asam amino, vitamin, zat pengatur tumbuh, pematid media untuk pertumbuhan dan perkembangan, dan kadang-kadang arang aktif untuk mengurangi efek penghambatan dari persenyawaan polifenol (warna coklat-hitam) yang keluar akibat pelukaan jaringan pada jenis-jenis tanaman tertentu.

2. Pembuatan Bahan Eksplan (Inisiasi)

Inisiasi adalah upaya penumbuhan meristem atau bagian tanaman (mata tunas, ujung akar, ujung daun muda, keping biji, dan sebagainya) agar mudah tumbuh dalam botol yang bebas hama dan penyakit.

3. Penanaman Eksplan (Inokulasi)

Inokulasi adalah kegiatan penanaman eksplan ke dalam botol kultur atau penanaman ulang eksplan pada media dengan jenis yang sama atau tahap pertumbuhan selanjutnya. Menurut Gunawan (1995: 63), pekerjaan aseptik dilakukan di dalam *laminar air flow cabinet*. Alat ini dipergunakan dalam pekerjaan persiapan bahan tanaman, penanaman, dan pemindahan tanaman dari satu botol ke botol yang lain dalam kultur *in vitro*.

4. Penumbuhan Eksplan (Inkubasi)

Inkubasi adalah tahapan kegiatan kultur yang bertujuan untuk menumbuhkan eksplan yang telah ditanam dalam botol kultur.

5. Pengadaptasian Hasil Kultur (Aklimatisasi)

Aklimatisasi bertujuan untuk mengadaptasi tanaman hasil kultur terhadap lingkungan baru (di luar botol kultur) sebelum ditanam di lahan yang sebenarnya. Menurut Gunawan (1995: 75), kultur *in vitro* selesai pada saat terbentuk plantlet (tanaman kecil) yang mempunyai pucuk pada ujung yang satu dan akar yang berfungsi pada ujung lainnya. Selanjutnya adalah pemindahan plantlet ke tanah. Masa ini merupakan masa yang kritis dalam rangkaian perbanyakan tanaman. Plantlet harus menyesuaikan diri dari kondisi heterotrop menjadi autotrop. Masa penyesuaian diri ini disebut aklimatisasi.

2.2.8 Permasalahan Kultur Jaringan

Menurut Yuliarti (2010: 11), dalam kegiatan kultur jaringan tidak sedikit masalah yang dapat muncul sebagai penghambat atau bahkan penyebab kegagalan. Gangguan kultur dapat muncul dari bahan yang ditanam, dari lingkungan kultur, maupun dari manusianya. Permasalahan dalam kultur jaringan ada yang dapat diprediksi dan ada pula yang sulit diprediksi. Untuk yang tidak dapat diprediksi, tidak dapat diatasi dengan cara preventif, tetapi harus diselesaikan setelah kasusnya muncul.

Menurut Yuliarti (2010: 11-14), masalah-masalah yang sering terjadi dalam kultur jaringan antara lain:

1. Kontaminasi

Kontaminasi adalah gangguan yang sangat umum terjadi dalam kegiatan kultur jaringan. Munculnya gangguan ini bisa dipahami sebagai konsekuensi yang sangat wajar atas penggunaan media yang diperkaya. Fenomena kontaminasi sangat beragam, dapat dilihat dari jenis kontaminasinya (bakteri, jamur, virus, dll).

2. Pencokelatan

Pencokelatan (*browning*) adalah suatu keadaan di mana muncul warna coklat atau hitam yang menyebabkan tidak terjadinya pertumbuhan dan perkembangan pada eksplan. Peristiwa pencokelatan sesungguhnya merupakan peristiwa alami yang biasa terjadi. Pencokelatan umumnya merupakan tanda akan adanya kemunduran fisiologi eksplan. Tidak jarang kondisi itu diakhiri dengan kematian eksplan.

3. Vitrifikasi

Vitrifikasi menunjuk pada problem kultur jaringan yang ditandai dengan, (1) Terjadinya pertumbuhan yang tidak normal, (2) Tanaman yang dihasilkan pendek atau kerdil, (3) Pertumbuhan batang cenderung ke arah penambahan diameter. (4) Tanaman utuhnya menjadi sangat *turgescens*, (5) Daunnya tidak memiliki jaringan *pallisade*.

4. Variabilitas Genetik

Bila kultur jaringan digunakan untuk upaya perbanyak tanaman yang seragam dalam jumlah yang banyak, bukan sebagai upaya pemuliaan tanaman, maka variasi genetik merupakan kendala. Variasi genetik dapat terjadi pada kultur *in vitro* karena, (1) Laju multiplikasi yang tinggi, variasi terjadi karena terjadinya subkultur berulang yang tidak terkontrol. (2) Penggunaan teknik yang tidak sesuai, variasi genetik paling umum terjadi pada kultur kalus dan kultur suspensi sel yang disebabkan oleh munculnya sifat instabilitas kromosom. Hal itu mungkin disebabkan oleh teknik kultur, media, atau hormon.

5. Pertumbuhan dan Perkembangan

Problem utama berkaitan dengan proses pertumbuhan adalah bila eksplan yang ditanam mengalami stagnasi, mulai tanam hingga kurun waktu tertentu tidak mati namun juga tidak tumbuh. Media juga dapat menjadi penyebab terjadinya stagnasi pertumbuhan. Media yang tepat dapat mendorong eksplan untuk melakukan proses pembelahan dan pembesaran.

6. Praperlakuan

Masalah yang terjadi pada kegiatan *in vitro* bukan hanya penanaman eksplan saja. Pertumbuhan dan perkembangan eksplan dalam botol sangat dipengaruhi oleh pemenuhan persyaratan dalam kegiatan praperlakuan. Masalah serius akan muncul bila kegiatan praperlakuan tidak dilakukan dengan baik.

7. Lingkungan Mikro

Lingkungan inkubator tidak boleh diabaikan karena juga sering menjadi masalah. Suhu ruangan inkubator sangat menentukan optimalitas pertumbuhan eksplan. Suhu yang terlalu rendah atau tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Suhu optimal untuk tanaman yang satu dengan tanaman yang lain pun berbeda. Namun dengan demikian juga tidak mungkin untuk membuat ruangan inkubator memiliki suhu yang bervariasi sesuai kebutuhan pertumbuhan masing-masing kultur.

2.3 Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan seperangkat materi yang disusun secara sistematis, baik tertulis maupun tidak, sehingga tercipta lingkungan atau suasana yang memungkinkan peserta didik untuk belajar. Adapula yang berpendapat bahwa bahan ajar adalah informasi, alat, dan teks yang diperlukan guru atau instruktur untuk perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran. Pandangan ini dilengkapi oleh Pannen bahwa bahan ajar adalah bahan atau materi yang disusun secara sistematis, yang digunakan guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran (Prastowo, 2014: 138).

Menurut Amri dan Ahmadi (2010: 159-160) bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar dikelas. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis, bahan ajar disusun dengan tujuan :

- 1) Menyediakan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan Kurikulum dengan mempertimbangkan kebutuhan peserta didik, yakni bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik dan setting atau lingkungan social peserta didik.
- 2) Membantu peserta didik dalam memperoleh alternative bahan ajar disamping buku-buku teks yang terkadang sulit diperoleh.
- 3) Memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran.

Bahan ajar disusun dengan tujuan; (1) membantu peserta didik dalam mempelajari sesuatu; (2) menyediakan berbagai jenis pilihan bahan ajar; (3) memudahkan pendidik dalam melaksanakan pembelajaran; serta (4) agar kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik (Depdiknas, 2008).

Menurut Prastowo (2014: 141) pembuatan bahan ajar juga memiliki berbagai manfaat baik bagi guru maupun bagi siswa. Terdapat beberapa manfaat penyusunan bahan ajar bagi guru yaitu :

- a. Diperoleh bahan ajar yang sesuai tuntutan kurikulum dan sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik.
- b. Tidak lagi tergantung kepada buku teks yang terkadang sulit untuk diperoleh.

- c. Memperkaya karena dikembangkan dengan menggunakan berbagai referensi.
- d. Menambah khasanah pengetahuan dan pengalaman guru dalam menulis bahan ajar.
- e. Membangun komunikasi pembelajaran yang efektif antara guru dengan peserta didik karena peserta didik akan merasa lebih percaya kepada gurunya.
- f. Menambah angka kredit jika dikumpulkan menjadi buku dan diterbitkan.

Lebih lanjut Amri dan Ahmadi (2010 : 160) juga mengatakan bahwa bahan ajar sangat banyak manfaatnya bagi peserta didik oleh karena itu harus disusun secara bagus, manfaatnya yaitu : (1) kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik, (2) kesempatan untuk belajar secara mandiri dan mengurangi ketergantungan terhadap kehadiran guru, (3) mendapatkan kemudahan dalam mempelajari setiap kompetensi yang harus dikuasainya.

Berdasarkan pihak-pihak yang menggunakan bahan ajar, fungsi bahan ajar dibedakan menjadi dua macam, yaitu fungsi bagi pendidik dan fungsi bagi peserta didik. Menurut Prastowo (2014: 139-140), fungsi bahan ajar bagi pendidik yaitu:

- a. Menghemat waktu pendidik dalam mengajar.
- b. Mengubah peran pendidik dari seorang pengajar menjadi seorang fasilitator.
- c. Meningkatkan proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan interaktif.
- d. Pedoman bagi pendidik yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran dan merupakan substansi kompetensi yang semestinya diajarkan kepada peserta didik.

Sedangkan fungsi bahan ajar bagi peserta didik menurut Prastowo (2014: 140) yaitu :

- a. Peserta didik dapat belajar tanpa harus ada pendidik atau teman peserta didik yang lain.
- b. Peserta didik dapat belajar kapan saja dan dimana saja ia kehendaki.
- c. Peserta didik dapat belajar sesuai dengan kecepatannya masing-masing.
- d. Peserta didik dapat belajar menurut urutan yang dipilihnya sendiri.

- e. Membantu potensi peserta didik untuk menjadi pelajar/mahasiswa yang mandiri.
- f. Pedoman bagi peserta didik yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran dan merupakan substansi kompetensi yang seharusnya dipelajari atau dikuasainya.

Menurut Amri dan Ahmadi (2010 : 161), juga mengatakan jenis bahan ajar disesuaikan dulu dengan kurikulumnya dan setelah itu dibuat rancangan pembelajaran, seperti contoh dibawah ini :

- a. Bahan ajar pandang (visual) terdiri atas bahan cetak (printed) seperti antara lain handout, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, leaflet, wallchart, foto/gambar, dan non cetak (non printed), seperti model/maket.
- b. Bahan ajar dengar (audio) seperti kaset, radio, piringan hitam, dan compact disk audio.
- c. Bahan ajar pandang dengar (audio visual) seperti compact disk, film.
- d. Bahan ajar multimedia interaktif (interactive teaching material) seperti *Computer Assisted Instuction* (CAI), *compact disk* (CD) multimedia pembelajaran interaktif, dan bahan ajar berbasis web (*web based learning materials*).

Lebih lanjut Amri dan Ahmadi (2010: 161), menggunakan teknik penyusunan bahan ajar harus disesuaikan dengan kurikulum dasarnya, seperti dibawah ini:

- a. Analisis KD (Kurikulum Dasar)- Indikator.
- b. Analisis Sumber Belajar
- c. Pemilihan dan Penentuan Bahan Ajar

2.3.1 Pengertian Modul

Pengajaran modul termasuk metode yang paling baru yang menggabungkan keuntungan-keuntungan dari berbagai pengajaran individual lainnya seperti tujuan instruksional khusus, belajar menurut kecepatan masing-masing, balikan atau feedback yang banyak (Nasution, 2013: 204). Modul diartikan sebagai sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Selanjutnya modul adalah satuan program

pembelajaran terkecil yang dapat dipelajari oleh peserta didik secara perseorangan (Prastowo, 2011: 104). Modul juga dimaksudkan untuk mempermudah siswa mencapai seperangkat tujuan yang telah ditetapkan (Wena, 2011: 230).

Pengajaran modul juga membuka kesempatan bagi siswa untuk belajar menurut kecepatannya masing-masing. Dianggap bahwa siswa tidak akan mencapai hasil yang sama dalam waktu yang sama dan tidak sedia mempelajari sesuatu pada waktu yang sama. Pengajaran modul juga memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar menurut cara masing-masing, oleh sebab itu mereka menggunakan teknik yang berbeda-beda untuk memecahkan masalah tertentu berdasarkan latar belakang pengetahuan dan kebiasaan masing-masing (Nasution, 2013: 205).

Modul memiliki beberapa ciri-ciri diantaranya yaitu, (1) Modul merupakan paket pembelajaran yang bersifat *self-instruction*, (2) Pengakuan adanya perbedaan individual belajar, (3) Membantu rumusan tujuan pembelajaran secara eksplisit, (4) Adanya asosiasi, struktur, dan urutan pengetahuan, (5) Penggunaan berbagai macam media, (6) Partisipasi aktif bagi siswa, (7) Adanya reinforcement langsung terhadap respon siswa, dan (8) Adanya evaluasi terhadap penguasaan siswa atas hasil belajar (Wena, 2012: 232).

2.3.2 Fungsi dan Tujuan Modul

Prastowo (2014: 210-211) juga mengatakan ada beberapa fungsi modul sebagai salah satu bentuk bahan ajar, modul memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Bahan ajar mandiri, maksudnya penggunaan modul dalam proses pembelajaran berfungsi meningkatkan kemampuan peserta didik untuk belajar sendiri tanpa tergantung kepada kehadiran pendidik.
2. Pengganti fungsi pendidik, maksudnya modul sebagai bahan ajar yang harus mampu menjelaskan materi pembelajaran dengan baik dan mudah dipahami oleh peserta didik sesuai dengan tingkat pengetahuan dan usianya, fungsi penjelas sesuai itu juga melekat pada pendidik. Maka dari itu, penggunaan modul bisa berfungsi sebagai pengganti fungsi atau peran fasilitator pendidik.

3. Sebagai alat evaluasi, maksudnya dengan modul peserta didik dituntut untuk dapat mengukur dan menilai sendiri tingkat penguasaannya terhadap materi yang telah dipelajarinya.
4. Sebagai bahan ajar rujukan bagi siswa, maksudnya karena modul mengandung berbagai materi yang harus dipelajari oleh siswa, maka modul juga memiliki fungsi sebagai bahan rujukan bagi siswa.

Dalam peraturan yang pernah ditetapkan oleh pemerintah dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional no.2 tahun 2008 tentang buku, Buku teks pelajaran pendidikan dasar, menengah, dan perguruan tinggi selanjutnya disebut buku teks. Buku teks adalah buku acuan wajib untuk digunakan dalam satuan pendidikan dasar dan menengah atau perguruan tinggi yang memuat ketakwaan, akhlak mulia, dan kepribadian, penugasan ilmu pengetahuan dan teknologi, peningkatan kepekaan dan kemampuan estetis, peningkatan kemampuan kinestetis dan kesehatan yang disusun berdasarkan standar nasional pendidikan (Sani dan Kurniasih, 2014: 66).

Tujuan pengajaran modul yaitu, (1) Membuka kesempatan belajar bagi siswa untuk belajar menurut kecepatan dan caranya masing-masing, (2) pengajaran modul memberikan pilihan dari sejumlah besar topik dalam rangka suatu mata pelajaran, mata kuliah, bidang studi, dan (3) Modul memberi kesempatan kepada siswa untuk mengenal kelebihan dan kekurangannya (Nasution, 2013: 206).

2.3.3 Karakteristik Modul

Modul memiliki beberapa karakteristik, antara lain dirancang untuk sistem pembelajaran mandiri, merupakan program pembelajaran yang utuh dan sistematis, mengandung tujuan, bahan atau kegiatan, dan evaluasi (Prastowo, 2011: 110). Menurut Wena (2012: 232), modul yang baik mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Modul merupakan paket pembelajaran yang bersifat *self-instruction*.
2. Pengakuan adanya perbedaan individual belajar.
3. Membuat rumusan tujuan pembelajaran secara eksplisit.
4. Adanya asosiasi, struktur, dan urutan pengetahuan.
5. Penggunaan berbagai macam media.

6. Partisipasi aktif dari peserta didik.
7. Adanya *reinforcement* langsung terhadap respon peserta didik.
8. Adanya evaluasi terhadap penguasaan peserta didik terhadap hasil belajar.

Untuk menghasilkan modul yang mampu meningkatkan motivasi penggunanya, modul harus mencakup beberapa karakteristik tertentu. Karakteristik untuk pengembangan modul antara lain sebagai berikut: *Pertama, self instructional*. Melalui modul, peserta didik mampu belajar mandiri dan tidak tergantung pada pihak lain. *Kedua, self contained*. Seluruh materi pembelajaran dari satu unit standar kompetensi dan kompetensi dasar yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh. *Ketiga, stand alone*. Modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain. *Keempat, adaptive*. Modul hendaknya memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. *Kelima, user friendly*. Modul hendaknya juga memenuhi kaidah *user friendly* atau mudah digunakan oleh peserta didik (Sukiman, 2012: 133-134).

2.3.4 Jenis Modul

Ada beberapa jenis modul yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Ada dua klasifikasi modul yaitu, menurut penggunaannya dan menurut tujuan penyusunannya. Dari segi penggunaannya, modul dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu modul untuk siswa dan modul untuk pendidik. Modul untuk siswa berisi kegiatan belajar yang dilakukan oleh siswa, sedangkan modul untuk pendidik berisikan petunjuk pendidik, tes akhir modul, dan kunci jawaban tes akhir modul (Prastowo, 2014: 212).

Jenis modul lainnya, yakni menurut tujuan penyusunnya dibedakan menjadi dua macam, yaitu: modul inti (modul dasar) dan modul pengayaan. Pertama, modul inti merupakan modul yang disusun dari kurikulum dasar, yang merupakan tuntutan dari pendidikan dasar umum yang diperlukan oleh seluruh warga negara Indonesia. Kedua, modul pengayaan adalah salah satu bentuk modul yang merupakan hasil dari penyusunan unit-unit program pengayaan yang berasal dari program pengayaan yang bersifat memperluas dan bersifat memperdalam program

pendidikan dasar yang bersifat umum tersebut (Vembriarto) *dalam* (Prastowo, 2014: 212-213).

2.3.5 Unsur-Unsur Modul

Modul memiliki unsur-unsur tertentu sebagai salah satu ciri pembelajaran individual. Unsur-unsur modul menurut RISTEKDIKTI (2017) sebagai berikut:

- a. Kegiatan Belajar. Di dalam Kegiatan Belajar terdiri atas beberapa unsur:
 1. Deskripsi singkat
 2. Relevansi
 3. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah.
 - a) Uraian Materi
 - b) Latihan
 - c) Rangkuman
 - d) Pustaka
 - e) Tugas/Lembar Kerja
 - f) Tes Formatif/Kunci jawaban soal latihan

Menurut Prastowo (2014: 214) Modul memiliki beberapa unsur yaitu, (1) Judul, (2) Petunjuk belajar (petunjuk peserta didik atau pendidik), (3) Kompetensi yang akan dicapai, (4) Informasi pendukung, (5) Latihan-latihan, (6) Petunjuk kerja atau Lembar Kerja (LK) dan (7) Evaluasi.

2.3.6 Langkah-Langkah Pembuatan Modul

Penulisan modul merupakan proses penyusunan materi pembelajaran yang dikemas secara sistematis sehingga siap dipelajari oleh pembelajar untuk mencapai kompetensi atau sub kompetensi. Terkait dengan hal tersebut dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Departemen Pendidikan Nasional, 2008: 12) :

1. Analisis kebutuhan modul.

Analisis kebutuhan modul merupakan kegiatan menganalisis kompetensi/tujuan untuk menentukan jumlah dan judul modul yang dibutuhkan untuk mencapai suatu kompetensi tersebut.

2. Penyusun *draft*.

Penyusunan *draft* modul merupakan proses penyusunan dan pengorganisasian materi pembelajaran dari suatu kompetensi atau sub kompetensi menjadi satu kesatuan yang sistematis.

3. Uji coba.

Uji coba *draft* modul adalah kegiatan penggunaan modul pada peserta terbatas, untuk mengetahui keterlaksanaan dan manfaat modul dalam pembelajaran sebelum modul tersebut digunakan secara umum.

4. Validasi

Validasi adalah proses permintaan persetujuan atau pengesahan terhadap kesesuaian modul dengan kebutuhan. Untuk mendapatkan pengakuan kesesuaian tersebut, maka validasi perlu dilakukan dengan melibatkan pihak praktisi yang ahli sesuai dengan bidang-bidang terkait dalam modul.

5. Revisi

Revisi atau perbaikan merupakan proses penyempurnaan modul setelah memperoleh masukan dari kegiatan uji coba dan validasi.

Menurut Prastowo (2011: 118), menyatakan bahwa dalam menyusun sebuah modul, ada empat tahapan yaitu :

1. Analisis kurikulum, menentukan materi mana dari hasil pemetaan kompetensi inti, kompetensi dasar, dan indikator, serta jaringan tema, yang memerlukan modul sebagai bahan ajar;
2. Penentuan judul modul, kita harus mengacu kepada kompetensi dasar atau materi pokok yang ada dalam kurikulum;
3. Pemberian kode modul, memudahkan kita untuk mengelola modul adalah angka-angka yang diberi makna;
4. Penulisan modul, perumusan kompetensi dasar yang harus dikuasai, menentukan alat evaluasi atau penilaian, penyusunan materi, urutan pengajaran dan struktur bahan ajar (modul).

2.3.7 Keuntungan Pengajaran Modul

Penggunaan modul didasarkan pada fakta bahwa jika peserta didik diberikan waktu dan kondisi belajar memadai maka akan menguasai suatu kompetensi

secara tuntas. Bila peserta didik tidak memperoleh cukup waktu dan kondisi memadai, maka ketuntasan pelajaran akan dipengaruhi oleh derajat pembelajaran. Kesuksesan belajar menggunakan modul tergantung pada kriteria peserta didik didukung oleh pembelajaran tutorial. Kriteria tersebut meliputi ketekunan, waktu untuk belajar, kadar pembelajaran, mutu kegiatan pembelajaran, dan kemampuan memahami petunjuk dalam modul (Depdiknas, 2008).

Menurut Nasution (2013: 206) menyatakan bahwa modul yang disusun dengan baik dapat memberikan banyak keuntungan bagi pelajar antara lain:

1. Balikan atau *feedback*, modul memberikan *feedback* yang banyak dan segera sehingga siswa dapat mengetahui taraf hasil belajarnya. Kesalahan segera dapat diperbaiki dan tidak dibiarkan begitu saja seperti halnya pengajaran tradisional.
2. Penguasaan tuntas atau materi, pengajaran modul tidak menggunakan kurva normal sebagai dasar distribusi angka-angka. setiap siswa mendapat kesempatan untuk mencapai angka tertinggi dengan menguasai bahan pelajaran secara tuntas. Dengan penguasaan bahwa itu sepenuhnya ia memperoleh dasar yang lebih mantap untuk menghadapi pelajaran baru.

2.3.8 Aspek Yang Dinilai Dalam Modul

Untuk menghasilkan modul pembelajaran yang mampu memerankan fungsi dan peranannya dalam pembelajaran yang efektif, maka modul harus berkualitas sehingga dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Dalam hal ini kualitas modul dinilai dari empat aspek, yaitu aspek-aspek yang didasarkan pada standar penilaian bahan ajar. Aspek-aspek tersebut adalah aspek kelayakan isi, aspek kelayakan penyajian, penilaian bahasa, aspek kelayakan kegrafikan (Depdiknas, 2008:28).

- Kelayakan isi, meliputi kesesuaian materi dengan cakupan materi dan kemampuan yang diharapkan, keakuratan materi, pendukung materi pembelajaran, dan kemitakhiran materi.
- Kelayakan penyajian, meliputi teknik penyajian, pendukung penyajian, penyajian pembelajaran, serta kelengkapan penyajian.

- Penilaian bahasa, meliputi lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif, kesesuaian dengan perkembangan peserta didik, keruntutan dan keterpaduan alur pikir, serta penggunaan istilah, symbol atau ikon.
- Kelayakan kegrafikan, meliputi ukuran modul, desain kulit modul (*cover*), serta desain isi modul.

2.3.9 Pembelajaran Menggunakan Modul

Pembelajaran dengan modul adalah suatu proses pembelajaran mengenai suatu satuan bahasan tertentu yang disusun secara sistematis, operasional dan terarah untuk digunakan oleh peserta didik, disertai dengan pedoman penggunaannya untuk guru (Amri & Ahmadi, 2010: 197). Sedangkan menurut Nasution (2013: 65), pengajaran modul termasuk salah satu sistem individual yang paling baru dan menggabungkan keuntungan dari berbagai metode pengajaran individual lainnya, seperti tujuan spesifik dalam bentuk kelakuan yang dapat diamati dan diukur, belajar menurut kecepatan masing-masing, dan balikan yang banyak.

Pembelajaran menggunakan modul bermanfaat untuk hal-hal sebagai berikut: (1) meningkatkan efektivitas pembelajaran tanpa harus melalui tahap muka secara teratur karena kondisi geografis, sosial ekonomi, dan situasi masyarakat; (2) menentukan dan menetapkan waktu belajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan belajar peserta didik; (3) secara tegas mengetahui pencapaian kompetensi peserta didik secara bertahap melalui kriteria yang telah ditetapkan dalam modul; (4) mengetahui kelemahan atau kompetensi yang belum dicapai peserta didik berdasarkan kriteria yang ditetapkan dalam modul sehingga dapat memutuskan dan membantu peserta didik untuk memperbaiki belajarnya serta melakukan remediasi (Depdiknas, 2008).

2.3.10 Validasi dan Revisi Modul

Validasi adalah proses permintaan persetujuan atau pengesahan terhadap kesesuaian modul dengan kebutuhan. Untuk mendapatkan pengakuan kesesuaian tersebut, maka validasi perlu dilakukan dengan melibatkan pihak praktisi yang ahli sesuai dengan bidang-bidang terkait modul. Validasi modul bertujuan untuk memperoleh pengakuan atau pengesahan kesesuaian modul dengan kebutuhan

sehingga modul tersebut layak dan cocok digunakan dalam pembelajaran. Validasi modul meliputi: isi materi atau substansi modul; penggunaan bahasa; serta penggunaan metode instruksional (Depdiknas: 2008).

Validasi dapat dimintakan dari beberapa pihak sesuai dengan keahliannya masing-masing antara lain (Depdiknas: 2008). :

- a. Ahli substansi dari industri untuk isi atau materi modul.
- b. Ahli bahasa untuk penggunaan bahasa; atau
- c. Ahli metode instruksional untuk penggunaan instruksional guna mendapatkan masukan yang komprehensif dan objektif.

Untuk melakukan validasi *draft* modul dapat diikuti langkah-langkah sebagai berikut (Depdiknas: 2008):

- a. Siapkan dan gandakan *draft* modul yang divalidasi sesuai dengan banyaknya validator yang terlibat.
- b. Susun instrument pendukung validasi.
- c. Distribusikan *draft* modul dan instrument validasi kepada peserta validator.
- d. Informasikan kepada validator tentang tujuan validasi dan kegiatan yang harus dilakukan oleh validator.
- e. Kumpulkan kembali *draft* modul dan instrument validasi.
- f. Proses dan simpulkan hasil pengumpulan masukkan yang diaring melalui instrument validasi.

Dari kegiatan validasi *draft* modul akan dihasilkan *draft* modul yang mendapatkan masukan dan persetujuan dari para validator, sesuai dengan bidangnya. Masukan tersebut digunakan sebagai bahan penyempurnaan modul.

Revisi atau perbaikan merupakan proses penyempurnaan modul setelah memperoleh masukan dari kegiatan uji coba dan validasi. Kegiatan revisi *draft* modul bertujuan untuk melakkan finalisasi atau penyempurnaan akhir yang komprehensif terhadap modul, sehingga modul siap diproduksi sesuai dengan masukan yang diperoleh dari kegiatan sebelumnya, maka perbaikan modul harus mencakup aspek-aspek penting penyusun modul.

Aspek-aspek tersebut diantaranya yaitu (Depdiknas: 2008):

- a. Pengorganisasian materi pembelajaran.
- b. Penggunaan metode instruksional.
- c. Penggunaan bahasa dan;
- d. Pengorganisasian tata tulis dan perwajahan.

Mengacu pada prinsip peningkatan mutu berkesinambungan, secara terus menerus modul dapat ditinjau ulang dan diperbaiki.

2.4 Penelitian Pengembangan

Penelitian dan pengembangan adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda dan perangkat keras (*hardware*), seperti buku, modul, alat bantu pembelajaran dikelas atau dilaboratorium, tetapi biasa juga perangkat (*software*), seperti program komputer untuk pengolahan data, pembelajaran di kelas, perpustakaan atau laboratorium, ataupun model-model pendidikan, pembelajaran, pelatihan, bimbingan, evaluasi, manajemen dan lain-lain (Sukmadinata, 2015: 164-165).

Menurut Sanjaya (2013: 131-132), menambahkan produk-produk sebagai hasil R&D dalam bidang pendidikan diantaranya :

1. Berbagai macam media pembelajaran dalam berbagai bidang studi baik media cetak seperti buku dan bahan ajar tercetak lainnya, maupun media non cetak seperti pembelajaran melalui audio, video dan audiovisual termasuk media CD.
2. Berbagai macam strategi pembelajaran berbagai bidang studi bersama langkah-langkah atau tahapan pembelajaran, untuk perbaikan proses dan hasil belajar.
3. Paket-paket pembelajaran yang dapat dipelajari oleh peserta didik secara mandiri, seperti modul pembelajaran, atau pengajaran berprogram.
4. Desain sistem pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan kurikulum.

5. Berbagai jenis metode dan prosedur pembelajaran yang sesuai dengan tujuan dan isi/materi pembelajaran.
6. Sistem perencanaan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik ataupun sesuai dengan tuntutan kurikulum.
7. Sistem evaluasi baik proses maupun evaluasi hasil untuk pengambilan keputusan yang berhubungan dengan penentuan kualitas pembelajaran atau pencapaian target kurikulum.
8. Prosedur penggunaan fasilitas-fasilitas pendidik seperti laboratorium *microteaching* termasuk prosedur penyelenggaraan praktik mengajar dan lain sebagainya.

Merancang suatu pembelajaran yang baik tidak terlepas dari pendekatan yang akan digunakan tersebut diharapkan mampu menarik perhatian peserta didik sehingga peserta didik menjadi lebih focus akan pelajaran. Hal tersebut dapat mempermudah bagi peserta didik dan pendidik untuk mencapai tujuan pembelajaran.

2.4.1 Model Perancangan Pengembangan

Penelitian dan pengembangan adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan. Produk tersebut tidak selalu berbentuk benda atau perangkat keras (*hardware*), seperti buku, modul, alat bantu pembelajaran di kelas atau di laboratorium, tetapi bisa juga perangkat lunak (*software*), seperti program komputer untuk pengolahan data, pembelajaran di kelas, perpustakaan atau laboratorium, ataupun model-model pendidikan, pembelajaran, pelatihan, bimbingan, evaluasi, manajemen, dan lain-lain (Sukmadinata, 2015: 164-165).

Menurut Sanjaya (2013: 131-132) menyatakan bahwa produk-produk sebagai hasil R&D dalam bidang pendidikan antara lain:

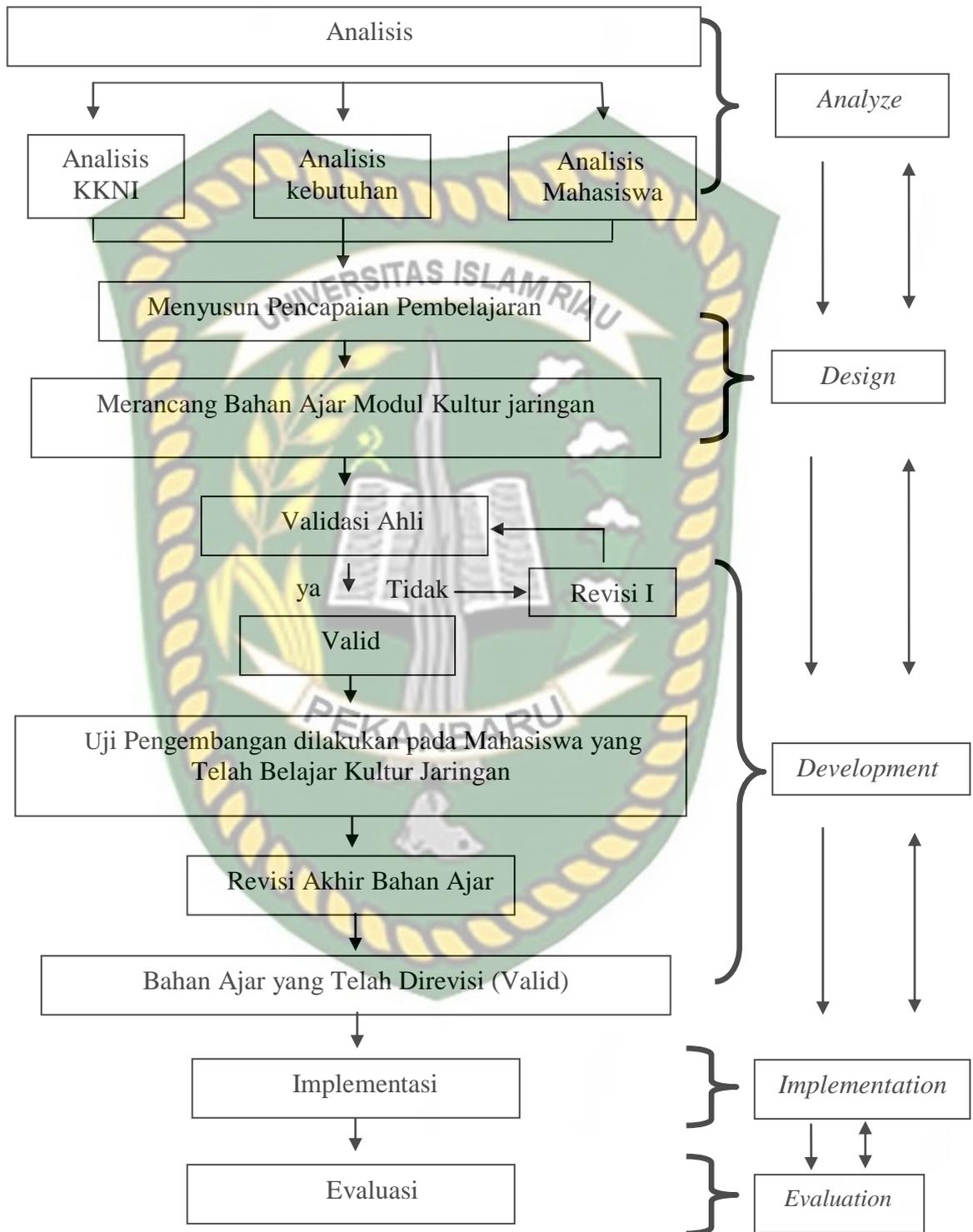
1. Berbagai macam media pembelajaran dalam bidang studi baik media cetak seperti buku dan bahan ajar tercetak lainnya, maupun media non cetak seperti pembelajaran melalui audio, video atau audiovisual, termasuk media CD.

2. Berbagai macam strategi pembelajaran dalam berbagai bidang studi bersama langkah-langkah atau tahapan pembelajaran, untuk memperbaiki proses dan hasil belajar.
3. Paket-paket pembelajaran yang dapat dipelajari oleh siswa secara mandiri, seperti modul pembelajaran, atau pengajaran berprogram.
4. Desain sistem pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan Kurikulum.
5. Berbagai jenis metode dan prosedur pembelajaran yang sesuai dengan tujuan dan isi/materi pembelajaran.
6. Sistem perencanaan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik ataupun sesuai dengan tuntutan kurikulum.
7. Sistem evaluasi baik evaluasi proses maupun evaluasi untuk pengambilan keputusan yang berhubungan dengan penentuan kualitas pembelajaran atau pencapaian target kurikulum.
8. Prosedur penggunaan fasilitas-fasilitas pendidikan seperti laboratorium, microteaching termasuk prosedur penyelenggaraan praktik mengajar, dan lain sebagainya.

Merancang pembelajaran yang baik tidak lepas dari pendekatan yang akan digunakan tersebut mampu menarik perhatian siswa sehingga siswa menjadi lebih fokus akan pelajaran. Terdapat berbagai model rancangan pembelajaran dengan berbagai pendekatan yang bisa digunakan dalam penelitian pengembangan. Model pengembangan yang akan ditetapkan mengacu kepada model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Peneliti dalam Molenda (2003).

Model tersebut terdiri dari lima tahapan yaitu Analisis (*Analysis*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi/penerapan (*Implementation*) dan Evaluasi/umpan balik (*Evaluation*). Adapun uraian tahapan tersebut pada Gambar 1. sebagai berikut :

Langkah-langkah ADDIE (*Analisis Sampai Tahap Evaluation*)



Sumber : Modifikasi Peneliti dari Molenda 2003

Gambar 1: Langkah-langkah ADDIE (*Analisis Sampai Tahap Evaluation*)

Adapun uraian dari tahapan ADDIE menurut modifikasi Peneliti dari Harahap (2017) adalah sebagai berikut:

1. Analyze (Analisis)

Tahap pertama yang dilakukan sebelum melakukan pengembangan modul adalah dengan melakukan Analisis yang terdiri: Analisis KKNI, Analisis Kebutuhan dan Analisis Mahasiswa. Analisis mater dilakukan dengan cara mengidentifikasi materi utama yang perlu diajarkan, mengumpulkan dan memilih materi yang relevan, dan menyusunnya kembali secara sistematis dan sebelum menulis modul, capaian pembelajaran yang hendak diajarkan perlu dirumuskan terlebih dahulu. Hal ini berguna untuk membatasi Peneliti supaya tidak menyimpang dari tujuan semula pada saat menulis modul. .

2. Design (Perancangan)

Pada konteks pengembangan modul, pertama tahap ini melaksanakan eksperimen kultur jaringan, dan kemudian merancang hasil dari eksperimen kultur jaringan dalam bentuk modul. Disamping itu, perlu juga dipertimbangkan sumber-sumber pendukung lain seperti sumber belajar yang sesuai dan sebagainya.

3. Development (Pengembangan)

Pengembangan merupakan proses untuk mewujudkan desain yang telah dirancang sebelumnya. Langkah pengembangan meliputi membuat materi ajar. Pada kegiatan ini dilakukan evaluasi oleh ahli dalam bidangnya. Saran-saran yang diberikan digunakan untuk memperbaiki materi dalam modul yang telah disusun.

4. Implementation (Implementasi/Penerapan)

Implementasi merupakan langkah untuk menerapkan modul yang telah dirancang dengan tatap muka dan asesmen. Pada tahap ini semua yang dikembangkan diatur sedemikian rupa sesuai dengan peran atau fungsinya agar dapat diimplementasikan dengan baik.

5. Evaluation (Evaluasi/Umpan Balik)

Evaluasi merupakan program pembelajaran, perbaikan, proses untuk melihat sejauh mana tingkat keberhasilan dari modul yang telah dibuat, apakah sesuai dengan harapan awal atau tidak. Evaluasi sangat dibutuhkan karena dapat menjadi

bahan untuk mengukur kelayakan modul yang telah diterapkan, jika terdapat kekeliruan dapat dilakukan tahap revisi atau rancangan tersebut.

2.5 Penelitian Relevan

Berikut akan disajikan beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini :

Fithriyandini, Maghfoer dan Wardiyati yang berjudul “ Pengaruh Media Dasar Dan 6-Benzylaminopurine (BAP) terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Nodus Tangkai Bunga Anggrek Bulan (*Phalaenopsis Amabilis*) dalam Perbanyak Secara *In Vitro*” dapat disimpulkan bahwa BAP mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan eksplan anggrek *P. amabilis*. Media ½ MS dengan penambahan BAP 2,5 ppm memberikan hasil jumlah PLB, waktu muncul tunas, jumlah tunas dan jumlah daun terbaik.

Harahap (2017) yang berjudul “ Pengembangan Modul Mata Kuliah Tanaman Obat pada Materi Budidaya Tanaman Obat Keluarga di Program Studi Pendidikan Biologi Fkip Universitas Islam Riau ” dapat disimpulkan bahwa modul tanaman obat telah berhasil dikembangkan dengan kategori Sangat Layak berdasarkan penelitian ahli materi, ahli pembelajaran dan uji coba modul skala terbatas dan modul tanaman obat paa maateri budidaya tanaman obat keluarga layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Wardani (2016) yang berjudul “ Pengaruh Kombinasi BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) dan NAA (*Naphtalen Acetid Acid*) terhadap Induksi Tunas Aksilar Cendana (*Santalum album L.*) “ dapat disimpulkan bahwa Penambahan hormon BAP dan NAA berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan munculnya tunas aksilar, jumlah tunas aksilar, rata-rata panjang tunas dan jumlah daun Cendana (*Santalum album L.*). Kombinasi konsentrasi yang paling efektif dalam menginduksi tunas aksilar Cendana (*Santalum album L.*) adalah BAP 2 + NAA 0 mg/l.

Siska, Imam dan Zulfarina yang berjudul “ Pengaruh Pemberian Hormon IAA dan BAP terhadap Pertumbuhan Tunas Anggrek *Dendrobium Phalaenopsis* Fitzg Secara *In Vitro* “ dapat disimpulkan bahwa dalam analisis varians hormon

IAA dan BAP secara tunggal berpengaruh nyata terhadap saat munculnya tunas namun tidak berpengaruh secara nyata pada interaksi keduanya. Kemudian hormon IAA secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas sedangkan hormon BAP secara tunggal maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Serta pemberian hormon IAA dan BAP baik secara tunggal maupun interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap persentase hidup eksplan. Untuk menghasilkan saat muncul tunas tercepat yaitu perlakuan IOB3, sedangkan untuk menghasilkan jumlah tunas terbanyak yaitu perlakuan I1,5B1.



BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat 2 tahapan yaitu tahap I adalah kultur jaringan dimana pada tahapan ini peneliti akan melihat pengaruh hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) berpengaruh terhadap kultur jaringan tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.). Kemudian pada tahap II adalah pengembangan bahan ajar modul kultur jaringan yang akan digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar pada matakuliah kultur jaringan.

3.1 Penelitian Tahap I Kultur Jaringan

3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jln. Kaharuddin Nasution KM 11 No.113, Kelurahan Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Waktu penelitian direncanakan selama 3 bulan.

3.1.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksplan tunas Anggrek bulan yang diperoleh dari Balai Benih Induk (BBI) di Jln. Kaharuddin Nasution depan SMKN Pertanian Pekanbaru, aquades steril, alkohol 90%, alkohol 70%, Media MS, arang aktif, glukosa, agar-agar swallow, *Benzyl Amino Purin* (BAP), aluminium foil, tisu gulung, karet gelang, plastik tahan panas dan ukuran 1 kg dan label nama.

Alat yang digunakan adalah botol kultur, bunsen, *laminar air flow cabinet*, cawan petri, pinset besar, pinset kecil, dan *scalpel*, timbangan analitik, plastik, *hand sprayer*, kompor gas, panci untuk memasak media, gunting, *magnetic stirrer*, labu takar, *baker glass*, pipet mikro, *erlenmeyer*, pH meter, *autoclave*, pipet ukur, lemari es, sarung tangan anti panas, alat tulis, kamera, AC, perlengkapan pencucian, alat tulis dan rak kultur.

3.1.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 1 kontrol yang terdiri dari 1 faktor (tanpa BAP) dan 1 faktor yang terdiri 4 taraf sehingga terdapat 5 kombinasi perlakuan dan setiap taraf di ulang 6 kali ulangan sehingga di peroleh 30 satuan percobaan. Setiap botol kultur terdapat 2 eksplan sehingga keseluruhan tanaman adalah 60 eksplan.

Adapun perlakuannya sebagai berikut :

Faktor (B) : Pemberian BAP (*Benzyl Amino Purine*), terdiri dari 4 taraf:

B0 = Tanpa BAP

B1 = BAP 0,5 ppm

B2 = BAP 1 ppm

B3 = BAP 2 ppm

B4 = BAP 4 ppm

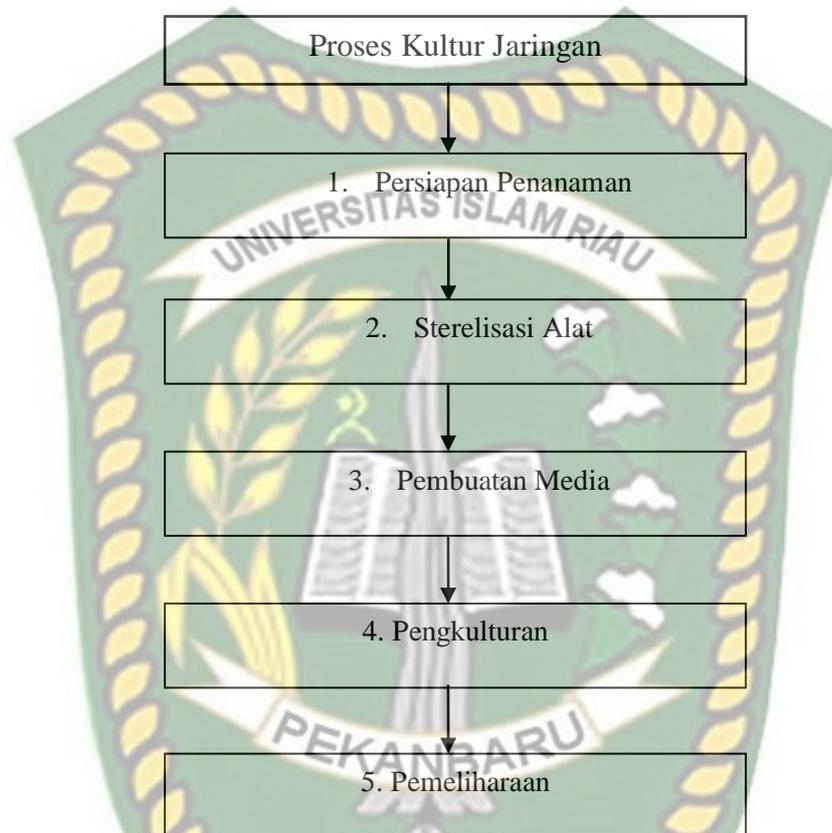
Tabel 1. Perlakuan *Benzyl Amino Purin* (BAP) pada Tanaman Angrek Bulan (*Phalarnopsis amabilis* L.) Secara *In-Vitro*

Perlakuan	Ulangan					
	a	b	c	d	e	f
B0	B0.a	B0.b	B0.c	B0.d	B0.e	B0.f
B1	B1.a	B1.b	B1.c	B1.d	B1.e	B1.f
B2	B2.a	B2.b	B2.c	B2.d	B2.e	B2.f
B3	B3.a	B3.b	B3.c	B3.d	B3.e	B3.f
B4	B4.a	B4.b	B4.c	B4.d	B4.e	B4.f

Data pengamatan terakhir dianalisa secara statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA).

3.1.4 Pelaksanaan Penelitian

Berikut ini akan disajikan skema atau langkah-langkah dalam proses kultur jaringan yang dilakukan oleh peneliti :



Sumber : Modifikasi oleh Peneliti

Gambar 2. Langkah-langkah Eksperimen Penelitian Kultur Jaringan

1) Persiapan Penanaman Eksplan

Eksplan Anggrek bulan diperoleh dari Balai Benih Induk (BBI) di Jln. Kaharuddin Nasution depan SMKN Pertanian Pekanbaru. Eksplan yang digunakan untuk pengkulturan adalah tunas *Phalaenopsis amabilis* L. yang memiliki kualitas baik dan tidak cacat secara fisik.



Sumber : Dokumentasi Peneliti
Gambar 3. Eksplan Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.)

Laminar air flow cabinet sebagai tempat penanaman eksplan dan sub kultur dikondisi aseptik. *Laminar air flow* terlebih dahulu dibersihkan memakai tissue dengan alcohol 90 % dengan cara mengusap bagian dinding dan alas laminar air flow. Kemudian disterilisasi dengan sinar ultraviolet selama 30 menit. Pekerjaan isolasi dan kultur eksplan dapat dilaksanakan setelah semua peralatan dan bahan untuk sterilisasi berada dalam laminar air flow.

Ruang kultur sebagai tempat untuk meletakkan botol-botol kultur dalam masa inkubasi atau pertumbuhan harus selalu berada dalam kondisi bersih dan steril. Eksplan dikulturkan dalam ruang kultur dengan temperature 24 - 25 °C, pada setiap rak dilengkapi dengan lampu neon 20 watt yang jaraknya 40 cm diatas permukaan tutup botol kultur.



Sumber : Dokumentasi Peneliti
Gambar 4.a. Ruang Penanaman dan b. Ruang Inkubasi

2) Sterilisasi Alat/Bahan

Sterilisasi dalam pembuatan media kultur jaringan dilakukan terhadap alat-alat yang akan digunakan terutama botol kultur sebagai tempat untuk mengkultur eksplan. Botol kultur dicuci dengan deterjen kemudian dikeringkan dengan cara menelungkupkan botol. Alat-alat yang akan digunakan dalam proses penanaman harus dalam keadaan steril. Alat-alat logam dan botol disterilkan di dalam autoklaf. Alat tanam seperti pinset, gunting dan scarpel dibungkus dengan menggunakan aluminium foil sebelum alat tersebut dimasukkan ke dalam autoklaf atau dapat juga disterilkan dengan menggunakan api bunsen atau pembakaran. Botol kultur yang sudah dicuci bersih dimasukkan ke dalam autoklaf selama 30 menit bertekanan 15 psi dengan suhu 121°C , setelah disterilisasi botol disimpan di ruang penyimpanan dan dapat digunakan setelah botol sudah tidak panas. Untuk memudahkan pada saat pemberian perlakuan dilakukan pemasangan label yang disesuaikan dengan RAL yang telah dibuat.



Sumber : Dokumentasi Peneliti
Gambar 5. Sterilisasi Alat Kultur Jaringan



Sumber : Dokumentasi Peneliti
Gambar 6. Pemasangan Label

3) Pembuatan Media

Pembuatan media dengan mengambil dan menakar masing-masing larutan stok sesuai dengan perlakuan dan ukuran yang telah ditentukan kemudian memasukkannya ke dalam labu takar. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media Murashige dan skoog (MS). Semua komponen media dan penambahan zat perangsang tumbuh BAP disesuaikan dengan konsentrasi perlakuan dilarutkan dalam air aquades kemudian diaduk hingga homogen, sebelum pH diukur terlebih dahulu masukkan gula (30 gr/l), kemudian pH-nya diatur menjadi 5,8 dengan menggunakan pH meter. Jika pH lebih tinggi tambahkan HCl 0,1 N sedangkan jika pH lebih rendah tambahkan NaOH 1 N.

Setelah itu tambahkan pematid media (agar-agar 7 gram/liter), media dimasak sampai mendidih untuk melarutkan medianya, kemudian masukkan ke dalam botol kultur sebanyak 25 ml dan tutup dengan plastik dan diikat dengan karet gelang tahan panas. Botol yang sudah berisi media disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada tekanan $1,5 \text{ kg/cm}^2$ dan suhu $121 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 30 menit. Setelah dingin media disimpan dalam ruang ber AC dengan temperature $24 - 26 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 5 hari sebelum digunakan, untuk melihat kesterilan media yang ditandai dengan tidak adanya yang terkontaminasi.



Sumber : Dokumentasi Peneliti
Gambar 7. Pembuatan Media Agar

4) Penanaman Eksplan

Penanaman eksplan dilakukan didalam *Laminar Air Flow* dengan kondisi yang aseptik. Sebelum bekerja, semua perhiasan tangan harus dilepas dan tangan disemprot dahulu dengan menggunakan alkohol 70%. Laminar juga disemprot menggunakan alkohol dan dilap menggunakan tissue. Eksplan yang digunakan adalah bagian tunas pada tanaman. Eksplan diambil dalam botol kultur menggunakan pinset yang telah disterilkan. Selanjutnya eksplan diletakkan dalam petridis dan dipotong-potong dengan ukuran eksplannya 1 cm. Selanjutnya diambil media yang telah disiapkan, dipanaskan diatas api bunsen sambil diputar-putar, setelah itu dibuka plastiknya dan eksplan dimasukkan kedalam botol media menggunakan pinset. 1 botol kultur ditanam 2 eksplan anggrek bulan yang posisi dan letaknya disesuaikan, setelah itu botol ditutup kembali menggunakan alumunium foil dan plastik yang telah dipanaskan di dekat api dan baru diikat menggunakan karet gelang being dan tahan panas.

Setelah ditanam dalam botol kultur, kemudian botol diputar di atas api lampu spritus selanjutnya alumanium foil dan plastik juga dipanaskan di atas api dan kemudian botol ditutup kembali dengan menggunakan alumanium foil dan plastik yang telah dipanaskan, plastik dirapatkan atau ditegangkan dengan tangan dan diikat dengan karet gelang, kemudian bagian plastik yang pinggir botol dirapikan dengan gunting. Setelah itu botol kultur dikeluarkan dari *laminar air*

flow cabinet dan dimasukkan dalam ruang kultur yang selanjutnya dilakukan parameter pengamatan.



Sumber : Dokumentasi Penelit
Gambar 8. Penanaman Tanaman Anggrek Bulan

5) Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi pemeliharaan media ruang kultur dengan menjaga suhu ruangan antara 21° - 25° C dan memberikan penyinaran dengan lampu neon 20 watt. Menjaga agar ruangan kultur tetap steril dengan cara mengepel ruangan dan memisahkan eksplan yang terkontaminasi oleh bakteri atau jamur. Ruangan kultur disemprot dengan formalin 0,4% seminggu sekali guna untuk mensterilkan ruangan. Dan apabila ada karet yang putus segeralah ganti dengan karet yang baru.



Sumber : Dokumentasi Peneliti
Gambar 9. Pemeliharaan Pasca Penanaman

3.1.5 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang diamati dalam penelitian ini adalah:

1. Persentase Eksplan Yang Hidup (%)

Pengamatan terhadap persentase eksplan yang hidup pada tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dilakukan pada akhir penelitian selama 90 hari setelah tanam. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

Rumus yang digunakan:

$$\% \text{ Eksplan Hidup} = \frac{\text{Jumlah eksplan yang hidup}}{\text{Jumlah eksplan keseluruhan}} \times 100\%$$

2. Persentase Eksplan Membentuk Tunas (%)

Pengamatan terhadap persentase eksplan membentuk tunas dilakukan pada akhir penelitian selama 90 hari setelah tanam. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

Rumus yang digunakan:

$$\% \text{ Eksplan membentuk tunas} = \frac{\text{Jumlah eksplan membentuk tunas}}{\text{Jumlah maksimal eksplan terbentuk}} \times 100\%$$

3. Pengamatan terhadap jumlah tunas yang terbentuk dari eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dilakukan pada akhir penelitian selama 90 hari setelah tanam dengan menghitung banyaknya jumlah tunas. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

4. Persentase Eksplan Membentuk Daun (%)

Pengamatan terhadap persentase eksplan membentuk daun dilakukan pada akhir penelitian selama 90 hari setelah tanam. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

Rumus yang digunakan:

$$\% \text{ Eksplan membentuk daun} = \frac{\text{Jumlah eksplan membentuk daun}}{\text{Jumlah maksimal eksplan terbentuk}} \times 100\%$$

5. Pengamatan terhadap jumlah daun yang terbentuk dari eksplan tunas angrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dilakukan pada akhir penelitian selama 90 hari setelah tanam dengan menghitung banyaknya jumlah daun. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

6. Persentase Eksplan Membentuk Akar (%)

Pengamatan terhadap persentase eksplan membentuk akar dilakukan pada akhir penelitian selama 90 hari setelah tanam. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

Rumus yang digunakan:

$$\% \text{ Eksplan membentuk akar} = \frac{\text{Jumlah eksplan membentuk akar}}{\text{Jumlah maksimal eksplan terbentuk}} \times 100$$

7. Pengamatan terhadap jumlah akar yang terbentuk dari eksplan tunas angrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dilakukan pada akhir penelitian selama 90 hari setelah tanam dengan menghitung banyaknya jumlah akar. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

3.1.6 Teknik Analisis ANOVA

Untuk mendapatkan data dari hasil penelitian tersebut, maka data yang telah dikumpulkan dianalisis secara statistik dengan analisis ragam ANOVA dengan uji Model linear dari analisis ragam yang digunakan adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan pada satuan percobaan ke-j yang mendapatkan perlakuan ke-i

μ = Nilai tengah umum

τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = Galat percobaan pada satuan percobaan ke-j dalam perlakuan ke-i

t = Banyaknya perlakuan

r_i = Banyaknya ulangan pada perlakuan ke-i (Mardinata, 2013: 46-47)

Setelah melakukan analisis ragam ANOVA dapat dilanjutkan dengan menganalisis Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk mengetahui apakah pemberian hormon memberikan perbedaan nyata atau tidak pada setiap perlakuan. Rumus BNJ sebagai berikut :

$$BNJ = \frac{4,16 \times \sqrt{KTE}}{5}$$

Keterangan :

BNJ = Beda Nyata Jujur

4,16 = Angka pada tabel tukey

\sqrt{KTE} = Kuadrat Tengah Error

5 = Perlakuan

3.2 Penelitian Tahap II Pengembangan Bahan Ajar

3.2.1 Model Pengembangan

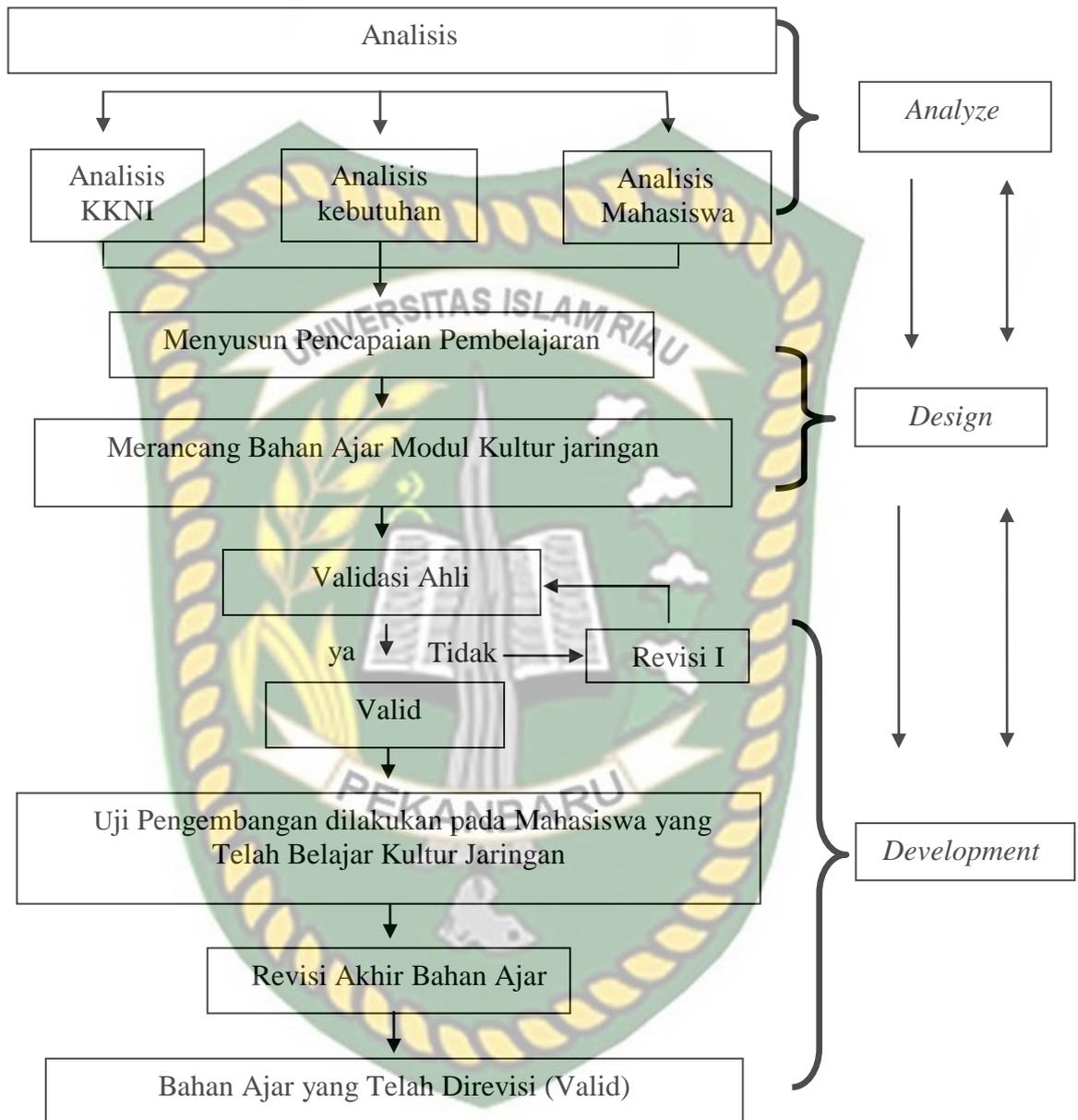
Model pengembangan modul Kultur Jaringan ini dikembangkan menurut Molenda (2003) yaitu model ADDIE. Model ADDIE terdiri atas lima tahapan yaitu Analisis (*Analysis*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi/penerapan (*Implementation*) dan Evaluasi/umpan balik (*Evaluation*). Namun pada Penelitian dan Pengembangan modul ini hanya dilakukan sampai tahap Pengembangan (*Development*). Tahap pengembangan modul Kultur Jaringan yang terdiri atas tahapan Analisis (*Analysis*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Development*). Hal ini dikarenakan keterbatasan baik dari segi waktu maupun biaya pada penelitian ini.

Model ADDIE dipilih karena sesuai dengan masalah yang melatar belakangi masalah penelitian ini. Adanya analisis kurikulum, analisis kebutuhan, analisis siswa, analisis tugas, dan melihat karakteristik peserta didik dan dengan kondisi yang ada maka diharapkan dengan model ini dapat dikembangkan modul Kultur Jaringan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran. Selain itu model ADDIE dipilih oleh peneliti dikarenakan model ADDIE merupakan desain yang runut, serta adanya tahap validasi dan uji coba terbatas yang menjadikan produk pengembangan menjadi lebih sempurna.

3.2.2 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini peneliti mencoba mengembangkan modul Kultur Jaringan agar mudah dipahami pembelajaran Kultur Jaringan oleh Mahasiswa Biologi Universitas Islam Riau. Penelitian ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) sebagai sebuah desain yang dipandang sangat cocok untuk pengembangan modul Kultur Jaringan. Namun pada penelitian dan pengembangan modul Kultur Jaringan hanya dilakukan sampai tahap *Development* (Pengembangan). Tahap pengembangan modul Kultur Jaringan terdiri atas tahapan Analisis (*Analysis*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Development*). Hal ini dilakukan karena keterbatasan baik dari segi waktu maupun biaya pada penelitian ini. Langkah-langkah modifikasi ADDIE (Analisis sampai pengembangan) dalam penelitian ini dapat digambarkan pada Gambar 10.

Langkah-langkah ADDIE (Analisis Sampai Tahap *Development*)



Sumber : Modifikasi Peneliti dari Molenda 2003

Gambar 10: Langkah-langkah ADDIE (*Analisis* Sampai Tahap *Development*)

Upaya menjelaskan bagan rancangan pengembangan tersebut, masing-masing tahap secara singkat dijelaskan sebagai berikut :

a. *Analyze* (Analisis)

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan tahap analisis (*Analyze*). Tahap ini bertujuan untuk mengembangkan modul kultur jaringan. Pada tahap analisis terdapat 3 langkah kegiatan yang terdiri dari :

1. Analisis KKNI

Langkah awal pada pembuatan modul kultur jaringan adalah menganalisis Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) ini merupakan penjejaran capaian pembelajaran. Capaian pembelajaran (CP) didefinisikan sebagai kemampuan yang diperoleh melalui internalisasi pengetahuan, sikap, keterampilan, dan kompetensi (Kemendikbud, 2014 halaman 2).

Analisis KKNI kemudian diturunkan menjadi Rancangan Pembelajaran Semester (RPS), capaian pembelajaran yang hendak dicapai dalam Rencana pembelajaran (RPS) Kultur Jaringan ini adalah : a) Mahasiswa mampu menyusun dan menjelaskan teknik melakukan kultur jaringan tanaman (Minggu ke-13) (RPS terlampir)

2. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan yaitu untuk menentukan kemampuan-kemampuan atau kompetensi yang perlu dipelajari oleh mahasiswa untuk meningkatkan hasil belajar. Analisis kebutuhan merupakan kondisi yang harus dipenuhi dalam suatu produk baru atau perubahan produk, yang mempertimbangkan berbagai kebutuhan yang bersinggungan antara berbagai pemangku kepentingan. Peneliti mengumpulkan informasi yang mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan penghambat proses pembelajaran yang seharusnya dimiliki oleh setiap mahasiswa menjadi masalah pada mahasiswa untuk mencapai tujuan pengembangan pembelajaran yang mengarah pada peningkatan mutu pendidikan.

Analisis kebutuhan ini dengan melakukan observasi, wawancara dengan Dosen Kultur Jaringan di Fakultas Biologi Universitas Islam Riau. Berdasarkan

observasi dan wawancara dengan dosen kultur jaringan diketahui bahwa: (1) kurang bervariasi bahan ajar yang digunakan, (2) belum adanya bahan ajar berupa modul yang terintegrasi dengan Riset, (3) sulitnya bagi mahasiswa dalam memahami materi Kultur Jaringan yang masih menggunakan bahan *power point*.

3. Analisis Mahasiswa

Informasi yang diperoleh dari hasil wawancara terbatas pada mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Kultur Jaringan. Diketahui bahwa mahasiswa masih merasa kesulitan dalam memahami materi yang terdapat dalam kultur jaringan, dikarenakan masih menggunakan bahan ajar berupa *power point* yang menampilkan pokok-pokok atau inti dari materi tersebut. Analisis mahasiswa ini berkaitan dengan apa yang dibutuhkan oleh mahasiswa berupa bahan ajar yaitu modul untuk menunjang wawasan atau pengetahuan tentang matakuliah kultur jaringan serta pahami mahasiswa dalam materi-materi Kultur Jaringan.

b. *Design* (Perancangan)

Pada tahap ini akan mengembangkan modul berbasis Riset dan sesuai dengan Kerangka Kualifikatif Nasional Indonesia (KKNI). Pada tahap ini akan ditentukan bagaimana modul akan dirancang secara utuh sesuai materi pokok kemudian menyusun capaian pembelajaran. Modul yang dibuat akan memiliki kriteria yaitu full color, terdiri dari kata pengantar, daftar isi, deskripsi modul, petunjuk penggunaan modul, spesifikasi modul, capaian pembelajaran, materi pembelajaran, rangkuman, evaluasi, kunci jawaban, glosarium, dan daftar pustaka serta terdapat halaman modul. Modul yang dibuat dengan format pengetikan dengan batas-batas tepi (*margin*) dari tepi kertas berukuran yaitu: tepi kiri 3 cm, tepi kanan 3 cm, tepi atas 3 cm, tepi bawah 3 cm, dan jenis huruf yang dipakai yaitu *Times New Roman* dengan ukuran 12 pt.

Isi modul dibuat sesuai dengan KKNI yang diturunkan menjadi RPS yang sesuai dengan materi yang dipilih sebelum modul Kultur Jaringan dikembangkan serta hasil dari eksperimen yang telah dilakukan. Modul Kultur Jaringan berbasis Riset yang dibuat menggunakan bahasa Indonesia dan disertai dengan gambar-gambar yang dilengkapi dengan sumbernya.

c. *Development* (Pengembangan)

Setelah perancangan modul, modul dibuat dan disusun sesuai dengan langkah-langkah yang dirancang. Tahap *development* ini bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar berupa modul Kultur Jaringan dan sesuai dengan KKNI dan Rencana Kegiatan Semester (RPS). Modul yang telah tersusun divalidasi oleh para reviewer ahli dan uji coba terbatas dengan angket respon mahasiswa untuk mendapatkan kevalidan sebagai bahan ajar.

1) Validasi bahan ajar berupa modul kultur jaringan.

Bahan ajar berupa modul kultur jaringan yang dikembangkan terlebih dahulu akan divalidasi. Tujuan validasi adalah memeriksa konsep-konsep serta tata bahasa dan kebenaran isi modul. Validator pada penelitian ini terdiri dari ahli materi dan ahli pembelajaran. Hasil bahan ajar modul yang telah divalidasi oleh dua orang validator akan mendapat saran dan kritik dari validator, selain itu juga untuk mendapatkan pernyataan tentang kevalidan dari bahan ajar berupa modul yang dikembangkan. Pernyataan itu diperoleh dari ahli materi dan ahli pembelajaran, kemudian dilakukan revisi bahan ajar berupa modul.

Berikut ini merupakan biografi dari validator yang menilai kevalidan bahan ajar berupa modul, yaitu:

a. Validator Materi

Validator materi bahan ajar berupa modul yaitu bapak Prof. Dr. Ir. Hasan Basri Jumin, M.Sc. Beliau adalah guru besar Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau.

b. Validator Pembelajaran

Validator Pembelajaran bahan ajar berupa modul yaitu bapak Dr. Riki Apriyandi Putra, M.Pd. Beliau adalah dosen Biologi di Universitas Riau.

2) Revisi I bahan ajar modul

Data yang diperoleh dari validasi oleh validator kemudian direvisi sesuai dengan saran dari validator. Revisi 1 ini dilakukan untuk perbaikan bahan ajar berupa modul kultur jaringan yang dikembangkan.

3) Bahan ajar modul yang telah direvisi

Setelah melakukan revisi ke-1 pada bahan ajar berupa modul yang dikembangkan oleh Peneliti diperoleh produk akhir yaitu bahan ajar berupa modul kultur jaringan tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) eksplan tunas dengan hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP).

4) Respon angket dosen

Setelah dilakukan validasi bahan ajar modul oleh para ahli (materi dan pembelajaran) dan mendapatkan komentar dan saran dari masing-masing ahli maka langkah selanjutnya adalah melakukan respon angket oleh dosen dengan meminta respon terhadap bahan ajar berupa modul kultur jaringan yang dikembangkan. Respon angket ini dilakukan oleh Ibu Evi Suryanti, S.Si., M.Sc yang merupakan dosen FKIP Biologi Universitas Islam Riau dan Ibu Mardaleni, SP.,M.Sc yang merupakan dosen Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau

5) Uji coba terbatas

Setelah dilakukan validasi bahan ajar modul oleh para ahli (materi dan pembelajaran) dan mendapatkan komentar dan saran dari masing-masing ahli maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba terbatas terhadap mahasiswa dengan meminta respon mahasiswa terhadap bahan ajar berbentuk modul kultur jaringan yang dikembangkan.

Adapun Sampel penelitian ini diambil dari mahasiswa angkatan 2015 Universitas Islam Riau Prodi Pendidikan Biologi yang telah mengambil mata kuliah pilihan kultur jaringan di semester 5 (lima). Responden yang dipilih yaitu kelompok besar yang berjumlah sebanyak 1-30 orang. Dalam pengambilan sampel peneliti akan memilih secara *random* (acak) sebanyak 16 orang sampel yang berasal dari populasi mahasiswa angkatan 2015 yang telah mengambil mata kuliah pilihan kultur jaringan. Nama-nama mahasiswa yang dijadikan sampel uji coba terbatas terlampir di lampiran 6.

3.3 Instrumen Pengumpulan Data

3.3.1 Lembar Validasi

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah lembar validasi pengembangan modul pada mata kuliah Kultur Jaringan yang diberikan kepada validator yang terdiri dari lembar validasi materi, validasi pembelajaran, dan angket penilaian dosen dan mahasiswa/i terhadap modul kultur jaringan. Lembar validasi ini akan diberikan kepada validator (pakar/ahli). Instrumen pengumpulan data ini bertujuan untuk mengetahui kevalidan modul yang dikembangkan. Aspek yang akan diamati dalam penilaian ini yaitu aspek isi, penyajian, kebahasaan, kegrafikan, tampilan dan manfaat. Lembar validasi yang akan digunakan terdiri pertanyaan yang mewakili tiap aspek yang akan dinilai. Aspek penilaian dan butir lembar validasi pengembangan modul dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisi-kisi Lembar Validasi Pengembangan Modul

No	Bidang Keahlian	Aspek	Jumlah Butir Lembar Validasi	Nomor Item
1.	Ahli Materi	Isi	17	1-17
		Penyajian	8	1-8
		Kebahasaan	13	1-13
2.	Ahli Pembelajaran	Format Modul	3	1-3
		Kebahasaan	3	4-6
		Penyajian	2	7-8
		Kegrafikan	7	9-15
		Manfaat	1	16

Sumber: Diadaptasi dari Harahap (2017) dan Anggraini (2014)

3.3.2 Angket Respon

Angket respon adalah sebuah daftar pertanyaan atau pernyataan yang harus di jawab oleh dosen dan mahasiswa/i yang akan dievaluasikan (responden) berupa angket respon dosen dan angket respon terbatas mahasiswa/i terhadap bahan ajar. Angket respon dosen digunakan untuk mengetahui tanggapan dosen terhadap bahan ajar berupa modul kultur jaringan. Dan angket respon mahasiswa/i digunakan untuk mengetahui tanggapan mahasiswa/i terhadap bahan ajar berupa

modul kultur jaringan. Pengisian angket respon dosen dilakukan kepada Ibu Evi Suryanti, S.Si., M.Sc yang merupakan dosen FKIP Biologi Univeristas Islam Riau dan Ibu Mardaleni,SP.,M.Sc dan pengisian angket respon peserta didik dilakukan kepada mahasiswa/i yang berjumlah 16 orang yang telah mengambil matakuliah kultur jaringan. Pengisian angket respon dosen dan mahasiswa/i ini juga digunakan untuk mengetahui kevalidan bahan ajar berupa modul kultur jaringan yang dikembangkan. Berikut ini merupakan tabel kisi-kisi angket respon dosen dan mahasiswa :

Tabel 3. Kisi-kisi Angket Respon Dosen

No.	Aspek	Jumlah Butir Validasi	Nomor Item
1.	Penyajian	6	1-6
2.	Bahasa	6	7-12
3.	Materi	9	13-21
5.	Manfaat	1	22

Sumber: Modifikasi Peneliti *dari* Nisa (2012)

Tabel 4. Kisi-kisi Angket Respon Mahasiswa

No.	Aspek	Jumlah Butir Validasi	Nomor Item
1.	Materi	4	1-4
2.	Kebahasaan	2	5-6
3.	Penyajian	4	7-10
4.	Tampilan	3	11-13
5.	Manfaat	1	14

Sumber: Diadaptasi *dari* Harahap (2017) dan Wati (2016)

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu uji coba lapangan (*field tryout*). Uji coba lapangan ini melibatkan subjek dalam kelas yang lebih besar yang melibatkan 15-30 subyek (*a whole class of learners*) atau kelompok yang lebih besar, yaitu kelas yang tersedia. Hasil uji coba lapangan ini dipakai untuk melakukan revisi produk, bahan, material atau rancangan final. Selama uji coba ini, pengembang melakukan observasi dan wawancara (Setyosari, 2013: 289). Penelitian subjek uji coba lapangan diambil secara acak sederhana (

simple random sampling), seluruh individu yang menjadi anggota populasi memiliki peluang yang sama dan bebas dipilih sebagai anggota sampel, karena individu-individu tersebut memiliki karakteristik yang sama. Setiap individu juga bebas dipilih karena pemilihan individu-individu tidak akan mempengaruhi individu yang lainnya (Sukmadinata, 2011: 225).

Berdasarkan hal ini maka penentuan sampel yang dilakukan oleh Peneliti adalah sebagai berikut:

- a. Uji coba lapangan kelas besar melibatkan 16 subjek mahasiswa/i angkatan 2015 semester 5 yang telah mengambil matakuliah pilihan kultur jaringan di FKIP Biologi UIR.
- b. Pengambilan tersebut dilakukan secara acak sederhana (*simple random sampling*).

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan dengan mengisi lembar validasi pengembangan bahan ajar berupa modul. Data diperoleh dari hasil validasi tiap-tiap validator untuk mengetahui hasil dari pengembangan modul. Adapun validator yang dianggap ahli dalam bidang bahan ajar yaitu terdiri atas ahli materi dan ahli pembelajaran. Validator memberikan saran dan kritik terhadap produk yang dikembangkan. Selain itu juga validator memberikan pernyataan tentang kevalidan dari modul yang dikembangkan. Selanjutnya dilakukan uji coba terbatas kepada mahasiswa/i mengenai bahan ajar modul. Pada penelitian ini akan diambil respon terbatas di FKIP Biologi UIR.

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data menggunakan metode skala dengan modifikasi skala Likert. Skala Likert adalah suatu skala psikometrik yang digunakan dalam kuisioner, mengungkap sikap dan pendapat seseorang terhadap suatu fenomena. Tanggapan responden yang berupa data kuantitatif, dinyatakan dalam bentuk rentang jawaban mulai dari 1 (sangat kurang) = jika tidak ada deskriptor yang muncul, 2 (kurang) = jika muncul hanya satu deskriptor, 3 (baik) = jika yang

muncul hanya 2 deskriptor, 4 (sangat baik) = jika ketiga deskriptor muncul. Skala ini dapat disederhanakan menjadi 4 skala jawaban saja agar tanggapan responden lebih jelas pada posisi mana.

Apabila ketiga deskriptor muncul dalam kuisioner, maka jawaban responden tersebut akan dinilai 4 dan memiliki kriteria yang valid. Demikian seterusnya hingga pada pilihan jawaban yang tidak muncul deskriptor, maka jawaban responden tersebut akan dinilai 1 dan memiliki kriteria tidak valid. Setelah seluruh jawaban responden dikumpulkan, maka nilai total responden dihitung dengan cara mencari skor yang diharapkan untuk masing-masing aspek penilaian dan secara keseluruhan aspek. Komponen aspek penilaian yang dinilai meliputi aspek pembelajaran, materi. Selanjutnya dibuat persentase sehingga dapat ditarik sebuah kesimpulan seberapa valid modul pembelajaran tersebut dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

Serta teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif yang mendeskripsikan kevalidan bahan ajar kultur jaringan yang dikembangkan. Dengan hasil uji validasi berupa nilai 1-4. Data ini kemudian dianalisis sesuai dengan kriteria berikut :

SB : Sangat Baik dengan bobot 4

B : Baik dengan bobot 3

K : Kurang dengan bobot 2

SK : Sangat Kurang dengan bobot 1

Pada penelitian ini, persentase kevalidan bahan ajar akan dihitung untuk tiga macam evaluator. Pertama ahli materi. Kedua ahli pembelajaran dan ketiga adalah dosen sebagai responden dan keempat mahasiswa sebagai responden. Penghitungan persentase tingkat kevalidan bahan ajar modul kultur jaringan menggunakan metode yang dicontohkan oleh Akbar (2013: 83). Menurut Akbar (2013: 83) rumus untuk analisis tingkat validitas secara sebagai berikut :

$$V_{pm} = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$$

$$V_{ma} = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$$

$$V_{ds} = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$$

$$Vms = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$$

Keterangan:

V_{pm} = Validasi kevalidan dari pembelajaran

V_{ma} = Validasi kevalidan dari materi

V_{ds} = Validasi respon dosen

V_{ms} = Validasi respon mahasiswa

TSh = Total skor maksimal yang diharapkan

TSe = Total skor empiris (hasil uji kevalidan dari validator)

Metode yang dicontohkan oleh Akbar (2013: 83), dijadikan sebagai acuan penghitungan persentase kevalidan berdasarkan data yang diperoleh dari ahli materi, ahli pembelajaran, dosen dan mahasiswa/i. Setelah seluruh persentase kevalidan dihitung, untuk mengetahui seberapa valid bahan ajar tersebut digunakan, menggunakan Tabel 5. yang dicontohkan oleh Akbar (2013:41).

Tabel 5. Kriteria kevalidan menurut penilaian validator

No	Kriteria Kevalidan	Tingkat Kevalidan
1	85,01% - 100%	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.
2	70,01% - 85%	Cukup valid, atau dapat digunakan namun perlu revisi kecil.
3	50,01% - 70%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar.
4	01,00% - 50%	Tidak valid, atau tidak boleh digunakan.

Sumber: Akbar (2013: 41)

Sementara hasil perhitungan respon mahasiswa/i dimasukkan kedalam kategori berdasarkan aturan Purwanto (2010: 103) dan kategori tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kategori hasil persentase angket respon mahasiswa/i

No.	Kriteria Ketercapaian	Kategori
1	86% - 100%	Sangat baik
2	76% - 85%	Baik
3	60% - 75%	Cukup
4	55% - 59%	Kurang
5	$\leq 54\%$	Kurang sekali

Sumber: Purwanto (2010:103)



BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Dan Pembahasan Kultur Jaringan

4.1.1 Persentase Eksplan Hidup (%)

Pada penelitian ini, eksplan yang hidup diamati pada eksplan tunas yang pertama kali muncul pada setiap perlakuan dan ulangan dihitung sejak hari tanam yaitu tanggal 5 february 2018. Eksplan dikatakan hidup apabila tidak mengalami kekeringan atau pencokelatan maupun terkontaminasi dan eksplan mulai menunjukkan pertumbuhan tunas, daun, maupun akar. Hasil pengamatan ini diambil di akhir penelitian selama 90 hari. Rerata persentase hidup eksplan tunas anggrek bulan dapat dilihat pada Tabel 7. dan Tabel 8. serta Gambar 11.

Tabel 7. Rerata persentase eksplan yang hidup pada eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dengan konsentrasi *Benzyl Amino Purin* (BAP) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	a	b	c	d	e	f		
B0	100	100	100	100	100	100	600	100
B1	100	0t	100	100	100	100	500	83,33
B2	100	100	100	100	100	100	600	100
B3	100	0t	0t	100	100	100	400	66,67
B4	100	100	100	100	100	100	600	100
							2700	90

Sumber : Data Primer Penelitian

0t : Eksplan yang terkontaminasi 90 Hari Setelah Tanam

Pada Tabel 7. persentase hidup eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) tanpa pemberian konsentrasi dan dengan diberi konsentrasi hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) pada eksplan tidak berpengaruh nyata, sehingga pemberian *Benzyl Amino Purin* (BAP) tidaklah besar peranannya dalam meningkatkan persentase hidup eksplan, pernyataan tersebut berdasarkan perbandingan rerata perlakuan B0 (tanpa menggunakan hormon) dengan perlakuan B2 (1 ppm) dan B4 (4 ppm) dengan persentase 100%, lalu diikuti

dengan perlakuan B1 (0,5 ppm) 83,33%, dan persentase yang paling rendah untuk hidup eksplan dengan perlakuan B3 (2 ppm) 66,67%. Perbedaan persentase perlakuan tersebut tidak jauh berbeda dikarenakan hormon endogen didalam eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis* L.) masih tersedia..

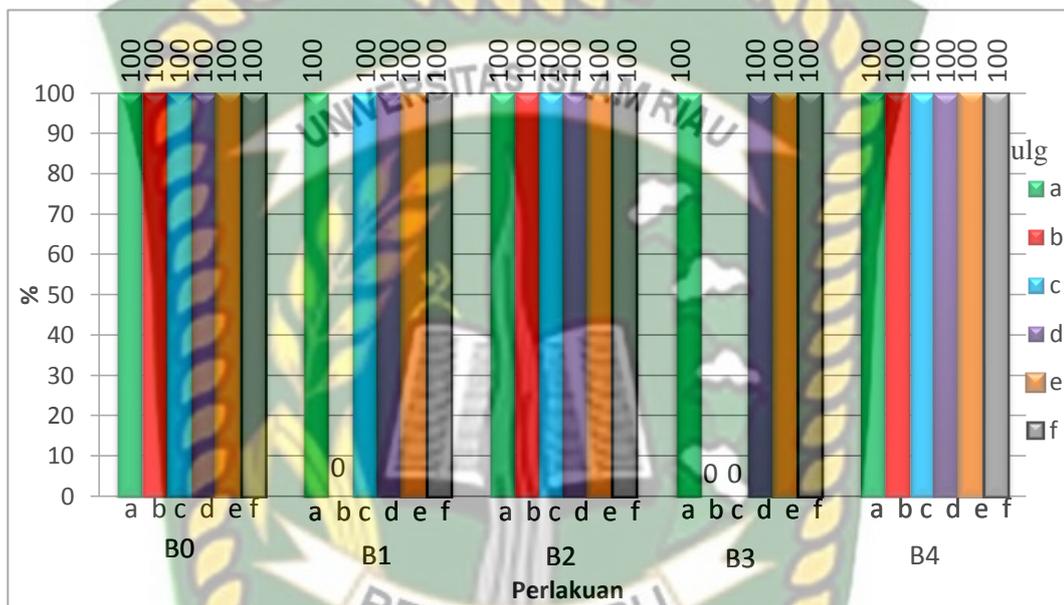
Ini sesuai dengan pernyataan Rozen *et al* (2002) dalam Sulistiawan (2015: 24-25) bahwa tanpa penambahan-penambahan ZPT eksogen (BAP) telah mampu mempengaruhi pertumbuhan eksplan. Hal ini disebabkan kandungan sitokinin endogen yang ada dalam eksplan masih tersedia. Namun, kandungan ZPT endogen ini belum dimanfaatkan oleh eksplan, sehingga harus diberikan ZPT dari luar untuk mengaktifkan pemanfaatan ZPT yang terdapat dalam eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis* L.) sehingga diberikannya BAP ini dapat mempengaruhi persentase hidup eksplan dan memicu pertumbuhan yang lainnya.

Pada perlakuan B1 (ulangan b), B3 (ulangan b) dan B3 (ulangan c) persentase hidupnya 0% karena disebabkan oleh kontaminasi jamur, yang disebabkan pada saat penanaman terjadi kurang ketelitian dalam penyeleksian media dan eksplan yang digunakan selama proses penanaman. Lingkungan juga memiliki faktor penting akan keberhasilan kultur jaringan, misalnya pada ruang inkubator tidak boleh diabaikan karena juga sering menjadi masalah. Suhu ruangan inkubator sangat menentukan optimalitas pertumbuhan eksplan. Suhu yang terlalu rendah atau tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Suhu optimal untuk tanaman yang satu dengan tanaman yang lain pun berbeda. Namun dengan demikian juga tidak mungkin untuk membuat ruangan inkubator memiliki suhu yang bervariasi sesuai kebutuhan pertumbuhan masing-masing kultur.

Salah satu faktor yang mendukung keberhasilan persentase tumbuh eksplan pada penelitian ini dari media MS yang digunakan sudah mengandung komposisi yang lengkap untuk pertumbuhan eksplan. Media ini mengandung garam dan nitrat dengan konsentrasi yang lebih tinggi dibanding media lain (Yuliarti, 2010: 22). Menurut Indriani (2013) dalam Deslyanti (2016: 23) pemberian hormon dengan beberapa konsentrasi pada media MS memberikan persentase tumbuh eksplan yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, karena media

mengandung vitamin dan unsur hara makro, mikro sehingga memacu pertumbuhan.

Agar hasil pengamatan pada persentase eksplan yang hidup dapat terlihat lebih jelas perbedaannya, maka peneliti menyajikan data tersebut dalam bentuk grafik. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik pengaruh BAP terhadap persentase eksplan yang hidup pada eksplan tunas Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Pada Gambar 11. menunjukkan grafik persentase eksplan yang hidup diperlakuan BAP. Dapat dilihat pada grafik bahwa jumlah eksplan yang hidup paling dominan yaitu sebesar 100% yaitu pada perlakuan B0 (tanpa menggunakan hormon), B2 (1 ppm), dan B4 (4 ppm), lalu dilanjutkan dengan perlakuan B1(0,5 ppm) dengan persentasi 83,33 dan perlakuan B3 (2 ppm) dengan persentasi 66,67%. Eksplan yang dinyatakan hidup 100% apabila tidak adanya terkontaminasi dan mengalami pencoklatan. Petumbuhan yang baik apabila 2 buah eksplan dalam botol kultur menunjukkan adanya pertumbuhan tunas, daun, maupun akar. Persentase hidup eksplan yang tinggi tergantung pada kondisi eksplan, jenis dan komposisi media serta kandungan zat pengatur tumbuh yang diberikan. Jika eksplan yang digunakan dalam kondisi yang sesuai yaitu jaringan yang aktif membelah, didukung dengan jenis dan kombinasi media yang cocok

serta kandungan zat pengatur tumbuh yang sesuai akan menyebabkan eksplan yang dikulturkan memiliki persentase hidup yang tinggi.

Pada perlakuan B1 ulangan b, B3 ulangan b dan c persentase hidup eksplan sebesar 0%, pada akhir pengamatan yaitu selama 3 bulan (90 Hari Setelah Tanam) eksplan mengalami kontaminasi jamur. Terjadinya kontaminasi jamur dapat disebabkan pada saat penanaman terjadi kurang ketelitian dalam menyeleksi eksplan dan media yang digunakan dalam penanaman eksplan anggrek bulan (*Phalaaenopsis amabilis* L.). Selain faktor dari internal, faktor eksternal juga dapat mempengaruhi pertumbuhan dari eksplan dan terjadinya kontaminasi seperti adanya kegiatan pembersihan AC di dalam ruang kultur yang memberi dampak pada eksplan anggrek bulan (*Phalaaenopsis amabilis* L.), suhu diruangan menjadi tidak optimal dan kotoran-kotoran dari AC yang dibersihkan dapat mencemari rak kultur dan botol kultur yang menyebabkan tumbuh jamur didalam botol kultur.

Dari hasil pengamatan seperti pada Tabel 7. dan Gambar 11. dilakukan uji analisis statistik ANOVA untuk melihat apakah parameter persentase eksplan yang hidup dapat dinyatakan signifikan atau tidak yang ditandai dengan Fhitung > Ftabel. Uji analisis statistik ANOVA dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Tabel ANOVA pengaruh BAP terhadap persentase eksplan tunas yang hidup pada tanaman anggrek bulan (*Phalaaenopsis amabilis* L.).

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tab 5%
Perlakuan	4	53333,33	1333,333	1,54 ns	2,77
Galat	25	21666,67	866,6667		
Total	29	27000,00			
KK = 0,64					

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket: ns = non signifikan KK = Koefisien Keragaman
 SK = Sumber Keragaman JK = Jumlah Kuadrat
 DB = Derajat Bebas KT = Kuadrat Tengah
 F-Hit = F-Hitung F-Tab = F.-Tabel

Berdasarkan uji analisis statistik ANOVA pada Tabel 8. diperoleh nilai F-hitung 1,54 dengan derajat bebas 4 dan 25 dan taraf α 5% ($F_{4, 25, 0.05}$) adalah 2,77. Terlihat bahwa F-hitung < F- Tabel yaitu $1,54 < 2,77$ pada taraf 0.05, hal ini berarti H_0 diterima. Dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang

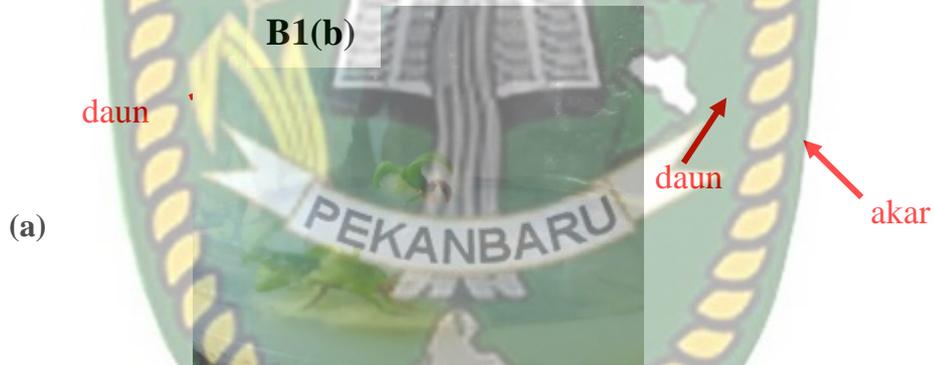
nyata atau nonsignifikan, yang artinya pemberian BAP tidaklah besar peranannya



dalam meningkatkan persentase hidup eksplan.

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Gambar 12. Eksplan yang hidup (a) Tanpa hormon; (b) Dengan perlakuan hormon BAP



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Gambar 13. Eksplan yang terkontaminasi jamur

4.1.2 Persentase Eksplan membentuk Tunas (%)

Pada penelitian ini eksplan yang membentuk tunas diamati pada eksplan yang pertama kali muncul pada setiap perlakuan dan ulangan dihitung sejak hari setelah tanam yaitu tanggal 5 februari 2018. Hari muncul tunas pertama yaitu hari ke-14 setelah penanaman. Hasil pengamatan ini diambil di akhir penelitian selama 90 hari. Rerata persentase tumbuh tunas anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis* L.) dapat dilihat pada Tabel 9 dan Tabel 10. serta Gambar14.

Tabel 9. Rerata persentase ekplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang membentuk tunas dengan konsentrasi *Benzyl Amino Purin* (BAP) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	a	b	c	d	e	F		
B0	100 a	25 d	50 c	100 a	75 b	25 d	375	62,5
B1	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	600	100
B2	100 a	100 a	50 c	75 b	100 a	100 a	525	87,5
B3	75 b	100 a	100 a	50 c	75 b	100 a	500	83,33
B4	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a	600	100
	KK=		0,51	BNJ=		15,3	2600	86,67

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket : BNJ= Beda Nyata Jujur

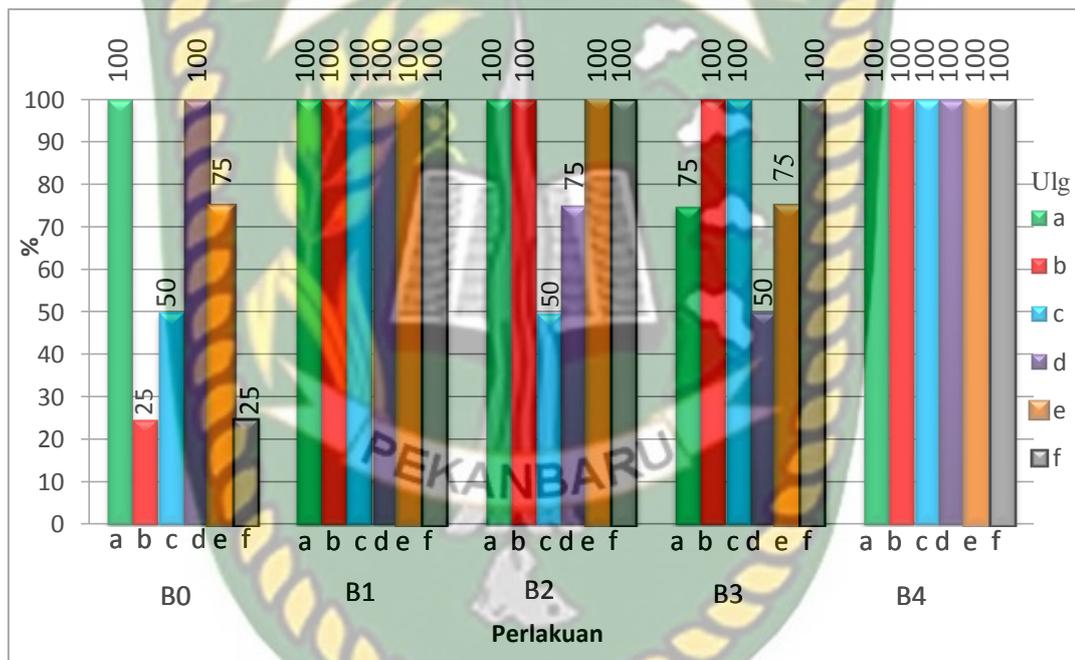
Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 9. menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi *Benzyl Amino Purin* (BAP) berpengaruh nyata terhadap persentase tumbuh tunas, hal itu dibuktikan dengan rendahnya rerata pada perlakuan B0 tanpa menggunakan hormon dengan rerata 62,5 % lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan hormon. Persentase terbaik terdapat pada perlakuan B1 (0,5 ppm) dengan rerata 100% dan B4 (4 ppm) dengan rerata 100% pada setiap ulangnya sehingga dapat disimpulkan tumbuh dengan baik. Tidak semua perlakuan yang memiliki persentase 100% seperti pada perlakuan B0 tanpa menggunakan konsentrasi BAP dengan rerata 62,5 %, pada perlakuan B2 (1 ppm) dengan rerata 87,5 % dan pada perlakuan B3 (2 ppm) dengan rerata 83,33%.

Hal ini menunjukkan bahwa pemberian hormon sitokinin pada eksplan tunas anggrek bulan untuk membentuk tunas baru berpengaruh nyata sesuai dengan fungsi dari sitokinin tersebut yaitu untuk pembelahan sel, mendorong morfogenesis dan diferensiasi tunas. ZPT eksogen BAP telah mampu menginduksi pembentukan tunas dan hormon BAP tersebut mempengaruhi berbagai reaksi yang terjadi di dalam sel yang pada akhirnya memunculkan tunas

pada tanaman. Pemberian suatu bentuk sitokinin pada tanaman akan mempengaruhi reaksi-reaksi dan mengubah komposisi di dalam tanaman yang mengakibatkan protoplasma dalam sel akan bertambah sehingga dinding sel akan membesar, proses ini merupakan penyebab terjadinya pertambahan dari sel tersebut, pertambahan sel ini akan mencerminkan munculnya tunas pada tanaman.

Agar hasil pengamatan pada persentase eksplan yang membentuk tunas dapat terlihat lebih jelas perbedaannya, maka peneliti menyajikan data tersebut dalam bentuk grafik. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik pengaruh BAP terhadap persentase eksplan membentuk tunas pada eksplan tunas Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa adanya pengaruh hormon BAP jenis sitokinin terhadap pembentukan tunas baru. Fungsi utama sitokinin adalah memacu pembelahan sel. Suryowinoto (1996) dalam Sihombing (2015) bahwa sitokinin yang merangsang pembentukan tunas adalah sitokinin yang memiliki perbandingan lebih tinggi dari pada auksin, sehingga dapat menginduksi tunas. Hal ini selaras dengan penelitian Marlin (2005) dalam Intias (2012: 41) dimana tingginya persentase pembentukan tunas pada konsentrasi BAP yang rendah dimungkinkan karena secara fisiologis kandungan BAP endogen dari eksplan

tunas jahe sudah mencukupi untuk pembentukan tunas. Sehingga pada perlakuan tanpa BAP atau BAP dalam konsentrasi yang rendah eksplan mampu membentuk tunas. Banyaknya jumlah tunas yang terbentuk karena tercapainya zat pengatur tumbuh eksogen dengan eksplan sehingga merangsang pembentukan tunas baru, karena untuk menghasilkan tunas dalam jumlah yang banyak, eksplan yang disubkulturkan juga berasal dari tunas sehingga eksplan lebih aktif merespon zat pengatur tumbuh yang diberikan.

Dari hasil pengamatan seperti pada Tabel 9, dan Gambar 14. dilakukan uji analisis statistik ANOVA untuk melihat apakah parameter persentase jumlah eksplan membentuk tunas dapat dinyatakan signifikan atau tidak yang ditandai dengan $F_{hitung} > F_{tabel}$. Uji analisis statistik ANOVA dapat dilihat pada Tabel 10.

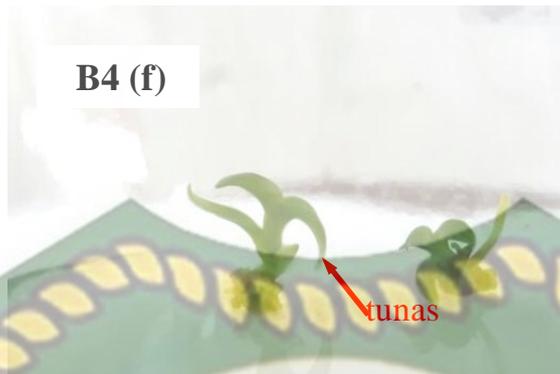
Tabel 10. Tabel ANOVA pengaruh BAP terhadap persentase eksplan tunas yang membentuk tunas pada tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.).

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tab 5%
Perlakuan	4	5708,33	1427,083	3,49 *s	2,75
Galat	25	10208,33	408,3333		
Total	29	15916,67			
KK = 0,51					

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket: *s = signifikan KK = Koefisien Keragaman
 SK = Sumber Keragaman JK = Jumlah Kuadrat
 DB = Derajat Bebas KT = Kuadrat Tengah
 F-Hit = F-Hitung F-Tab = F.-Tabel

Berdasarkan uji analisis statistik ANOVA pada Tabel 10. diperoleh nilai F-hitung 3,49 dengan derajat bebas 4 dan 25 dan taraf α 5% ($F_{4, 25, 0.05}$) adalah 2,75. Terlihat bahwa F-hitung $>$ F- Tabel yaitu $3,49 > 2,75$ pada taraf 0.05, hal ini berarti H_0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nyata atau signifikan, artinya pemberian BAP memiliki peranan dalam meningkatkan persentase eksplan membentuk tunas, yaitu terbukti dari tingginya persentase membentuk tunas pada perlakuan B1 (1 ppm) dan B4 (4 ppm) dengan rerata 100%.



Sumber: Dokumentasi Peneliti
 Gambar 15. Eksplan yang membentuk tunas pada umur 90 Hari Setelah Tanam

4.1.3 Jumlah Tunas

Dalam penelitian ini, jumlah tunas diamati dan dihitung pada akhir penelitian yaitu 90 Hari Setelah Tanam. Hasil pengamatan terhadap jumlah tunas yang terbentuk pada eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) menunjukkan bahwa secara tunggal pemberian konsentrasi BAP memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas pada eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang telah disubkultur. Rerata jumlah tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dapat dilihat pada Tabel 11. dan Tabel 12. serta Gambar 16.

Tabel 11. Rerata jumlah tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang terbentuk pada eksplan tunas dengan konsentrasi *Benzyl Amino Purin* (BAP) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	a	b	c	d	e	f		
B0	8a	2d	4c	8a	6b	2d	30	5
B1	8a	8a	8a	8a	8a	8a	48	8
B2	8a	8a	4c	6b	8a	8a	42	7
B3	6b	8a	8a	4c	6b	8a	40	6,67
B4	8a	8a	8a	8a	8a	8a	48	8
	KK= 6,35		BNJ= 1,22				208	6,93

Sumber : Data Primer Penelitian

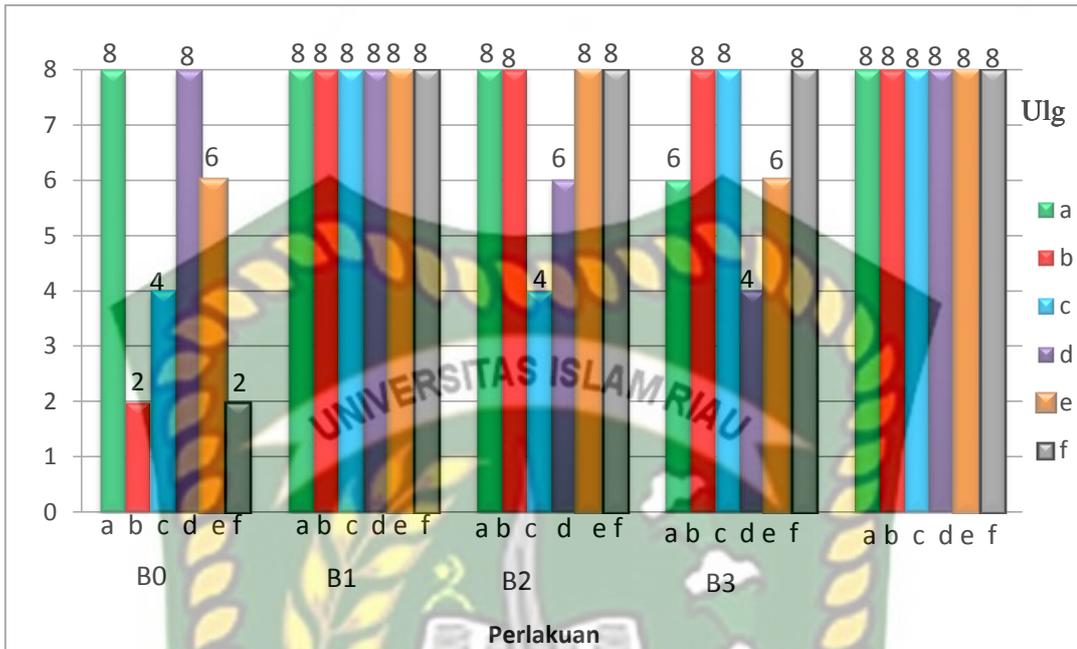
Ket : BNJ= Beda Nyata Jujur

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 11. menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi BAP mampu membentuk tunas, dan berpengaruh nyata terhadap jumlah tumbuh tunas, hal itu dibuktikan tanpa menggunakan hormon lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan hormon. Jumlah tunas yang terbentuk paling banyak pada perlakuan dengan penambahan hormon BAP yaitu B1 (0,5 ppm) dan B4 (4 ppm) sebanyak 48 buah dengan jumlah rerata jumlah tunas 8 buah. Sedangkan pada perlakuan B2 (1 ppm) sebanyak 42 buah dengan jumlah rerata jumlah tunas 7 buah. Lalu pada perlakuan B3 (2 ppm) sebanyak 40 buah dengan jumlah rerata jumlah tunas 6,67 buah. Sedangkan yang terbentuk paling sedikit yaitu pada perlakuan B0 tanpa menggunakan hormon yaitu sebanyak 30 buah dengan rerata 5 buah.

Adanya perbedaan jumlah yang terdapat pada setiap perlakuan dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti suhu, sterilisasi bahan eksplan, ZPT, media tumbuh, dan kondisi lingkungan (makro dan mikro). Setiap jenis tanaman mempunyai respon yang berbeda terhadap pemberian zat pengatur tumbuh, namun pada dasarnya ketersediaan hara dalam media juga mendorong aktifitas metabolisme dalam jaringan tanaman namun pertumbuhan tunas akan berlangsung lambat tanpa zat pengatur tumbuh pemberian sitokinin taraf tertentu berpengaruh dalam memacu waktu pembentukan tunas, hal tersebut sesuai dengan fungsi sitokinin merangsang pembentukan tunas.

Agar hasil pengamatan pada persentase jumlah eksplan membentuk tunas dapat terlihat lebih jelas perbedaannya, maka peneliti menyajikan data tersebut dalam bentuk grafik. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik pengaruh BAP terhadap jumlah tunas yang terbentuk pada eksplan tunas Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Pada Gambar 16. grafik menunjukkan bahwa perlakuan BAP dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan rendah dapat membantu tunas tumbuh. Dapat dilihat bahwa jumlah tunas yang paling banyak tumbuh yaitu sebesar 8 buah pada perlakuan B1 (0,5 ppm) dan B4 (4 ppm) disetiap ulangannya. Kemudian 6 buah pada perlakuan B0 ulangan e, B2 ulangan d, B3 ulangan a dan ulangan e. Lalu diikuti 4 buah pada perlakuan B0 ulangan c, B2 ulangan c dan B3 ulangan d. Dan yang paling sedikit 2 buah pada perlakuan B0 ulangan b dan ulangan f. Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa dengan pemberian hormon BAP mampu membentuk tunas dengan jumlah paling banyak yaitu 8 buah.

Tingginya jumlah tunas pada perlakuan B1 dan B4 ini disebabkan karena konsentrasi BAP sesuai dengan yang dikehendaki oleh eksplan anggrek, media sudah cocok untuk memacu kemunculan tunas, dan juga eksplan yang disubkulturkan juga berasal dari tunas. Karena sesuai dengan pernyataan Muliati, dkk (2017) bahwa dengan penambahan konsentrasi yang tepat sudah mencukupi konsentrasi optimal untuk pembentangan, diferensiasi, pembelahan dan poliferasi sel sehingga akan mempercepat pembentukan tunas. Untuk mengetahui terjadinya

diferensiasi suatu jaringan tanaman dalam kultur aseptik dapat dilihat dari kemampuannya untuk berakar dan bertunas, salah satu kriterianya dengan menghitung jumlahnya. Dengan adanya pertumbuhan tunas yang baik, maka akan merangsang pertumbuhan vegetative yang baik untuk pertumbuhan selanjutnya. Farid (2003) dalam Intias (2012: 42)

Menurut Suryowinoto (1996) dalam Sihombing (2015), bahwa sitokinin yang merangsang pertumbuhan tunas adalah sitokinin yang memiliki perbandingan lebih tinggi dari pada auksin, sehingga dapat menginduksi tunas. Banyaknya jumlah tunas yang terbentuk karena tercapainya zat pengatur tumbuh eksogen dengan eksplan sehingga merangsang pembentukan tunas baru, karena untuk menghasilkan tunas dalam jumlah yang banyak, eksplan yang disubkulturkan juga berasal dari tunas sehingga eksplan lebih aktif merespon zat pengatur tumbuh yang diberikan.

Dari hasil pengamatan seperti pada Tabel 11. dan Gambar 16. dilakukan uji analisis statistik ANOVA untuk melihat apakah parameter persentase jumlah eksplan membentuk tunas dapat dinyatakan signifikan atau tidak yang ditandaidengan $F_{hitung} > F_{tabel}$. Uji analisis statistik ANOVA dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Tabel ANOVA pengaruh BAP terhadap jumlah tunas pada tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.).

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tab 5%
Perlakuan	4	36,53	9,133	3,49 *s	2,75
Galat	25	65,33	2,6133		
Total	29	101,87			
KK = 6,35					

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket: *s = signifikan KK = Koefisien Keragaman
 SK = Sumber Keragaman JK = Jumlah Kuadrat
 DB = Derajat Bebas KT = Kuadrat Tengah
 F-Hit = F-Hitung F-Tab = F.-Tabel

Berdasarkan uji analisis statistik ANOVA pada Tabel 11. diperoleh nilai F-hitung 3,49 dengan derajat bebas 4 dan 25 dan taraf α 5% ($F_{4, 25, 0.05}$) adalah 2,75. Terlihat bahwa F-hitung $>$ F- Tabel yaitu $3,49 > 2,75$ pada taraf 0.05, hal ini berarti H_0 ditolak. Perlakuan pemberian BAP memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah tunas eksplan anggrek bulan.



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Gambar 17. Tunas pada eksplan anggrek bulan; (a) perlakuan BAP 0,5 ppm; (b) perlakuan BAP 4 ppm pada umur 90 Hari Setelah Tanam

4.1.4 Persentase Eksplan membentuk Daun (%)

Pada penelitian ini, eksplan yang membentuk daun diamati pada eksplan yang pertama kali muncul pada setiap perlakuan dan ulangan dihitung sejak hari setelah tanam yaitu tanggal 5 februari 2018. Hari muncul daun tercepat yaitu hari ke-21 setelah penanaman. Hasil pengamatan ini diambil di akhir penelitian selama 90 hari. Rerata persentase tumbuh daun anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dapat dilihat pada Tabel 13. dan Tabel 14. serta Gambar 18.

Tabel 13. Rerata persentase ekplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang membentuk daun dengan konsentrasi *Benzyl Amino Purin* (BAP) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	a	b	c	d	e	f		
B0	50c	25d	50c	75b	100a	100a	400	66,67
B1	100a	50c	100a	75b	100a	100a	525	87,5
B2	100a	75b	100a	100a	100a	100a	575	95,83

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	a	b	c	d	e	f		
B3	100a	100a	100a	75b	100a	100a	575	95,83
B4	100a	100a	100a	100a	100a	100a	600	100
	KK= 0,49 BNJ= 13,43						2675	89,17

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket : BNJ= Beda Nyata Jujur

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut BNJ pada taraf 5%.

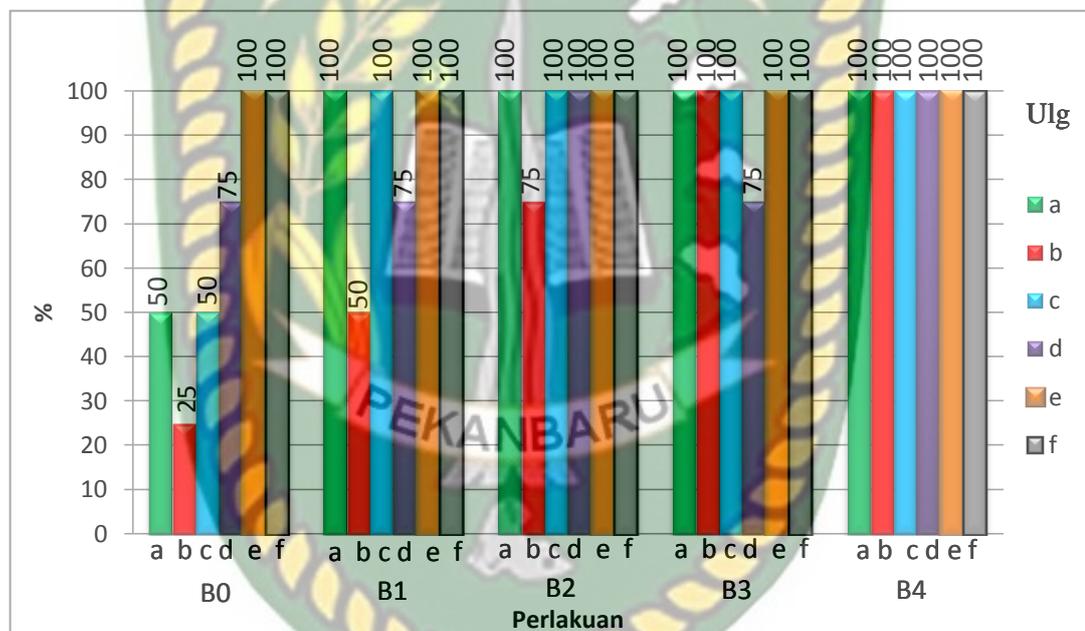
Pada Tabel 13. menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi *Benzyl Amino Purin* (BAP) berpengaruh nyata terhadap persentase tumbuh daun. Hal itu dibuktikan dengan rendahnya rerata pada perlakuan B0 tanpa menggunakan hormon dengan rerata persentase 66,67 % lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan hormon. Persentase terbaik terdapat pada perlakuan B4 (4 ppm) dengan rerata 100%, lalu diikuti dengan perlakuan B3 (2 ppm) dengan rerata 95,83% dan perlakuan B2 (1 ppm) dengan rerata 95,83% memiliki persentase yang sama yaitu dengan rerata 95,83 %, dan perlakuan B1 (0,05 ppm) dengan rerata 87,5 %.

Pada pemberian hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) tidak semua eksplan yang membentuk daun dengan rerata 100%, hal ini dikarenakan pada setiap ulangan terdapat eksplan yang pertumbuhan daunnya kurang baik sehingga berjumlah sedikit. Ada eksplan yang daunnya mengalami pencokelatan yang menyebabkan terhambatnya atau tidak menunjukkan pertumbuhan eksplan. Menurut Yuliarti (2010: 10-12) Pencokelatan adalah suatu keadaan dimana muncul warna coklat atau hitam yang menyebabkan tidak terjadinya pertumbuhan dan perkembangan pada eksplan. Peristiwa pencokelatan sesungguhnya merupakan peristiwa alami yang biasa terjadi. Pencokelatan umumnya merupakan tanda akan adanya kemunduran fisiologi eksplan. Tidak jarang kondisi itu diakhiri dengan kematian eksplan. Eksplan yang hidup dicirikan dengan keadaan warna eksplan yang masih berwarna hijau tidak terkontaminasi, tidak kering, dan tidak mengalami pencoklatan.

Kemunculan daun diawali dengan munculnya tunas, tunas memanjang lalu tumbuh berkembang menjadi daun. Jumlah tunas yang banyak maka akan

menghasilkan jumlah daun yang banyak pula. Kemunculan tunas tersebut dipicu karena adanya zat pengatur tumbuh sitokinin karena kandungan sitokinin dalam jaringan tanaman telah optimal sehingga meskipun tanpa adanya pemberian zat pengatur tumbuh sitokinin secara eksogen eksplan tetap mampu terbentuknya tunas. Jadi dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin banyaknya tunas maka persentase pembentukan daun juga akan semakin besar.

Agar hasil pengamatan pada persentase jumlah eksplan membentuk daun dapat terlihat lebih jelas perbedaannya, maka peneliti menyajikan data tersebut dalam bentuk grafik. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik pengaruh BAP terhadap persentase eksplan membentuk daun pada eksplan tunas Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Dapat dilihat pada Gambar 18. grafik tersebut menunjukkan bahwa setiap perlakuan memiliki persentase eksplan membentuk daun yang berbeda. Pada perlakuan tanpa pemberian hormon atau B0 persentase tertinggi terdapat pada ulangan e dan ulangan f yaitu sebesar 100% dan terendah pada ulangan b yaitu sebesar 25 %.

Suryadi (2003) dalam Intias (2012: 44) mengatakan semakin banyak tunas maka akan diikuti oleh meningkatnya jumlah daun. Menurut Salisbury dan Ros (1992), primordia tidak berkembang secara acak disekitar apeks tajuk, tetapi

memiliki susunan yang khas yang disebut filotaksis (tata letak daun) tanda arah pembentukan daun adalah pembelokan sel di salah satu dari ketiga lapisan terluar dari permukaan luar apeks tajuk. Dengan adanya pertumbuhan tunas awal yang baik, maka akan merangsang pertumbuhan vegetative yang baik untuk pertumbuhan selanjutnya.

Dari hasil pengamatan seperti pada Tabel 13. dan Gambar 18. dilakukan uji analisis statistik ANOVA untuk melihat apakah parameter persentase jumlah eksplan membentuk daun dapat dinyatakan signifikan atau tidak yang ditandai dengan $F_{hitung} > F_{tabel}$. Uji analisis statistik ANOVA dapat dilihat pada Tabel 14.

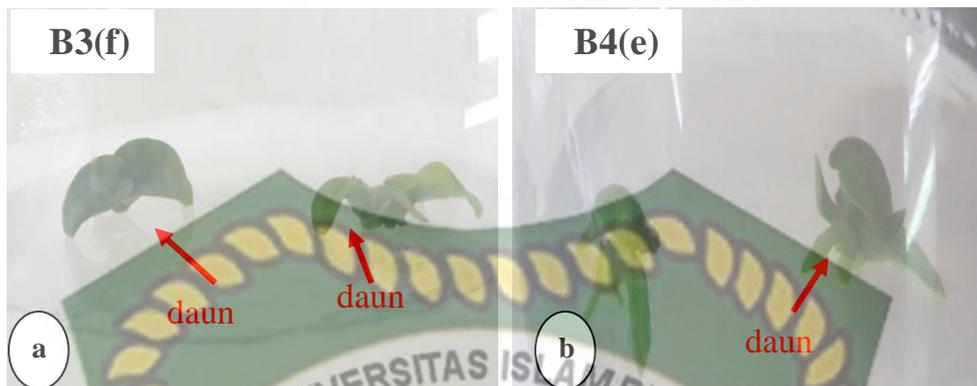
Tabel 14. Tabel ANOVA pengaruh BAP terhadap pembentukan daun pada tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis*L.).

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tab 5%
Perlakuan	4	4291,67	1072,917	3,43 *s	2,75
Galat	25	7812,50	312,5000		
Total	29	12104,17			
KK = 0,49					

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket: *s = signifikan KK = Koefisien Keragaman
 SK = Sumber Keragaman JK = Jumlah Kuadrat
 DB = Derajat Bebas KT = Kuadrat Tengah
 F-Hit = F-Hitung F-Tab = F.-Tabel

Berdasarkan uji analisis statistik ANOVA pada Tabel 14. diperoleh nilai F-hitung 3,43 dengan derajat bebas 4 dan 25 dan taraf α 5% ($F_{4, 25, 0.05}$) adalah 2,75. Terlihat bahwa F-hitung $>$ F- Tabel yaitu $3,43 > 2,75$ pada taraf 0.05, hal ini berarti H_0 ditolak. Perlakuan pemberian BAP pada tunas anggrek bulan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pembentukan daun.



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Gambar 19. Daun pada eksplan anggrek bulan ; (a) perlakuan BAP 2 ppm; (b) Perlakuan BAP 4 ppm pada umur 90 Hari Setelah Tanam

4.1.5 Jumlah Daun

Hasil pengamatan terhadap jumlah daun yang terbentuk pada eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) menunjukkan bahwa secara tunggal pemberian konsentrasi BAP memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun pada eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang telah disubkultur. Rerata jumlah daun anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dapat dilihat pada Tabel 15. dan Tabel 16. serta Gambar 20.

Tabel 15. Rerata jumlah daun anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang terbentuk pada eksplan tunas dengan konsentrasi Benzyl Amino Purin (BAP) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	a	b	c	d	e	f		
B0	6c	3d	6c	9b	12a	12a	48	8
B1	12a	6c	12a	9b	12a	12a	63	10,5
B2	12a	9b	12a	12a	12a	12a	69	11,5
B3	12a	12a	12a	9b	12a	12a	69	11,5
B4	12a	12a	12a	12a	12a	12a	72	12
	KK= 4,11		BNJ= 1,61				321	10,7

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket : BNJ= Beda Nyata Jujur

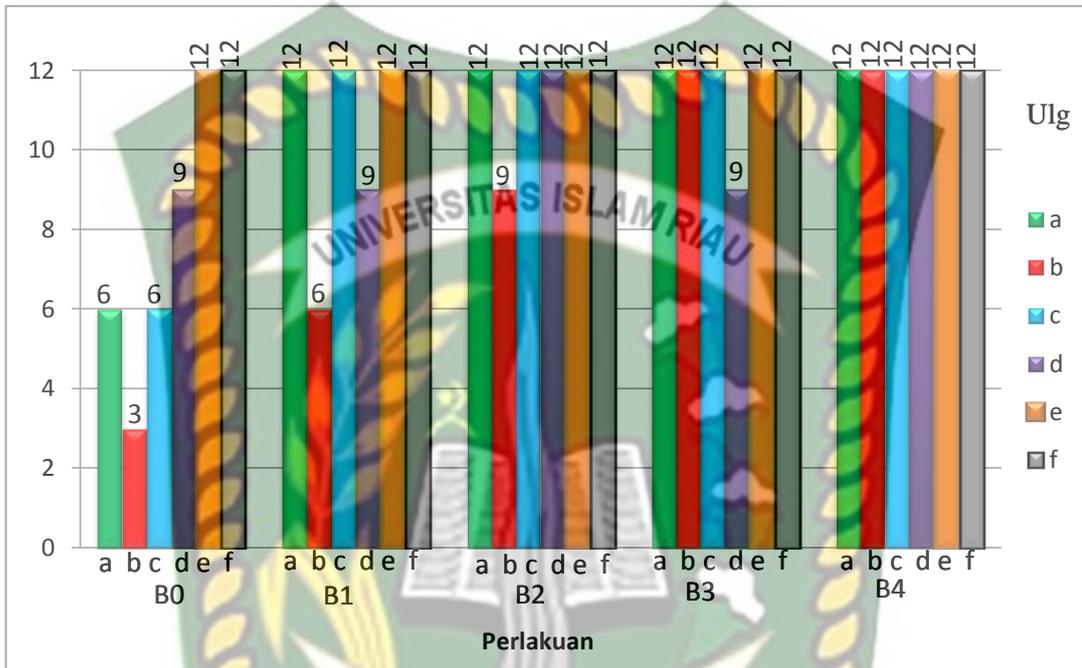
Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 15. menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi BAP mampu membentuk daun dan berpengaruh nyata terhadap jumlah tumbuh daun, hal itu dibuktikan tanpa menggunakan hormon lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan hormon. Jumlah daun yang terbentuk paling banyak pada perlakuan dengan penambahan hormon BAP B4 (4 ppm) dengan jumlah rerata jumlah daun 12 buah. Pada perlakuan B1 (0,5 ppm) dengan jumlah rerata jumlah daun 10,5 buah. Sedangkan pada perlakuan B2 (1 ppm) dan perlakuan B3 (2 ppm) memiliki jumlah rerata jumlah daun yang sama yaitu 11,5 buah. Perlakuan dengan jumlah rerata terendah yaitu pada perlakuan B0 (tanpa menggunakan hormon) dengan jumlah rerata jumlah daun 8 buah.

Menurut Utari (2015: 66) Jumlah daun pada pertumbuhan pada suatu tanaman memegang peranan yang sangat penting, hal ini berkaitan dengan pertumbuhan vegetatif dan kemampuan tanaman untuk melakukan proses fotosintesis dan melakukan berbagai metabolisme lainnya. Ada beberapa hal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, yaitu faktor genotip dan lingkungan sekitar. Ditegaskan pula oleh Gardner (1991), bahwa jumlah dan ukuran daun dapat dipengaruhi oleh genotip dan lingkungan. Adanya cahaya yang cukup mampu memberikan efek yang positif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman.

George dan Sherrington (1984) dalam Shinta (2017) mengatakan apabila ketersediaan sitokinin di dalam medium kultur sangat terbatas maka pembelahan sel pada jaringan yang dikulturkan akan terhambat, tetapi apabila jaringan tersebut dipindahkan pada medium dengan kandungan sitokinin yang memadai maka sel akan berlangsung dengan cepat. Sehingga selain meningkatkan pembelahan sel dan inisiasi pucuk, sitokinin juga berfungsi didalam kontrol perkecambahan biji, mempengaruhi absisi daun dan transpor auksin. Seperti pada penelitian Hanifah (2007) dalam Andaryani (2010: 32) bahwa perlakuan tanpa NAA dengan pemberian BAP 1 ppm dapat memunculkan daun terbanyak 6 helai. Ini diduga dengan penambahan sitokinin (BAP) pada media dapat mendorong sel-sel meristem pada eksplan untuk membelah dan mempengaruhi sel lainnya untuk berkembang menjadi tunas dan membentuk daun.

Agar hasil pengamatan pada persentase jumlah eksplan membentuk daun dapat terlihat lebih jelas perbedaannya, maka peneliti menyajikan data tersebut dalam bentuk grafik. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik pengaruh BAP terhadap jumlah daun yang terbentuk pada eksplan tunas Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Pada Gambar 20. grafik menunjukkan bahwa perlakuan BAP dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan rendah dapat membantu tumbuh daun. Dapat dilihat bahwa jumlah daun yang paling banyak tumbuh yaitu sebesar 12 buah. Perlakuan yang memiliki jumlah tertinggi yaitu pada perlakuan B4 (4 ppm) dengan jumlah tumbuh 12 buah pada setiap ulangannya. Diikuti dengan jumlah tumbuh daun 9 buah yaitu pada perlakuan B0 ulangan d, B1 ulangan d, B2 ulangan b, B3 ulangan d. Kemudian dengan jumlah tumbuh daun 6 buah pada perlakuan B0 ulangan a dan ulangan c, B1 ulangan b. Dan dengan jumlah tumbuh daun paling sedikit yaitu 3 buah pada perlakuan B0 ulangan b. Pertumbuhan jumlah daun yang terbentuk dari tunas anggrek bulan *Phalaenopsis amabilis* L. menunjukkan adanya pengaruh hormon sitokinin yaitu untuk memacu pembelahan sel.

Suryadi (2003) dalam Intias (2012: 44) mengatakan semakin banyak tunas maka akan diikuti oleh meningkatnya jumlah daun. Menurut Salisbury dan Ros (1992), primordia tidak berkembang secara acak disekitar apeks tajuk, tetapi memiliki susunan yang khas yang disebut filotaksis (tata letak daun) tanda arah pembentukan daun adalah pembelokan sel di salah satu dari ketiga lapisan terluar dari permukaan luar apeks tajuk. Dengan adanya pertumbuhan tunas awal yang baik, maka akan merangsang pertumbuhan vegetative yang baik untuk pertumbuhan selanjutnya.

Dari hasil pengamatan seperti pada Tabel 15. dan Gambar 20. dilakukan uji analisis statistik ANOVA untuk melihat apakah parameter persentase jumlah eksplan membentuk daun dapat dinyatakan signifikan atau tidak yang ditandai dengan $F_{hitung} > F_{tabel}$. Uji analisis statistik ANOVA dapat dilihat pada Tabel 16.

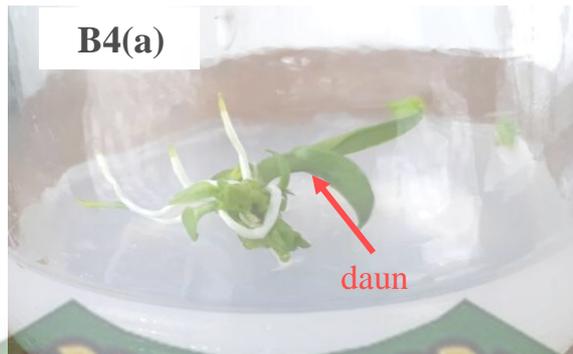
Tabel 16. Tabel ANOVA pengaruh BAP terhadap pembentukan jumlah daun pada tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.).

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tab 5%
Perlakuan	4	61,80	15,450	3,43 *s	2,75
Galat	25	112,50	4,5000		
Total	29	174,30			
KK = 4,11					

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket: *s = signifikan KK = Koefisien Keragaman
 SK = Sumber Keragaman JK = Jumlah Kuadrat
 DB = Derajat Bebas KT = Kuadrat Tengah
 F-Hit = F-Hitung F-Tab = F.-Tabel

Berdasarkan uji analisis statistik ANOVA pada Tabel 16. diperoleh nilai F-hitung 3,43 dengan derajat bebas 4 dan 25 dan taraf α 5% ($F_{4, 25, 0.05}$) adalah 2,75. Terlihat bahwa F-hitung $>$ F- Tabel yaitu $3,43 > 2,75$ pada taraf 0.05, hal ini berarti H_0 ditolak. Perlakuan pemberian BAP pada tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) memberikan pengaruh yang nyata terhadap pembentukan jumlah daun.



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Gambar 21. Pembentukan daun pada eksplan anggrek bulan tunas perlakuan 4 ppm pada umur 90 Hari Setelah Tanam

4.1.6 Persentase Eksplan membentuk Akar (%)

Pada penelitian ini, eksplan yang membentuk akar diamati pada eksplan yang pertama kali muncul pada setiap perlakuan dan ulangan dihitung sejak hari setelah tanam yaitu tanggal 5 februari 2018. Hari muncul akar tercepat yaitu hari ke-21 setelah penanaman. Hasil pengamatan ini diambil di akhir penelitian selama 90 hari. Rerata persentase tumbuh akar anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dapat dilihat pada Tabel 17. dan Tabel 18. serta Gambar 22.

Tabel 17. Rerata persentase ekplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang membentuk akar dengan konsentrasi *Benzyl Amino Purin* (BAP) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%)

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	a	b	c	d	e	f		
B0	0c	50b	0c	0c	100a	50b	200	33,33
B1	50b	100a	100a	100a	100a	100a	550	91,67
B2	100a	100a	50b	0c	100a	100a	450	75
B3	50b	0c	0c	50b	50b	50b	200	33,33
B4	100a	0c	50b	50b	50b	50b	300	50
	KK= 0,78 BNJ= 25,19						1700	56,67

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket : 0 c = tidak terbentuk daun, BNJ= Beda Nyata Jujur

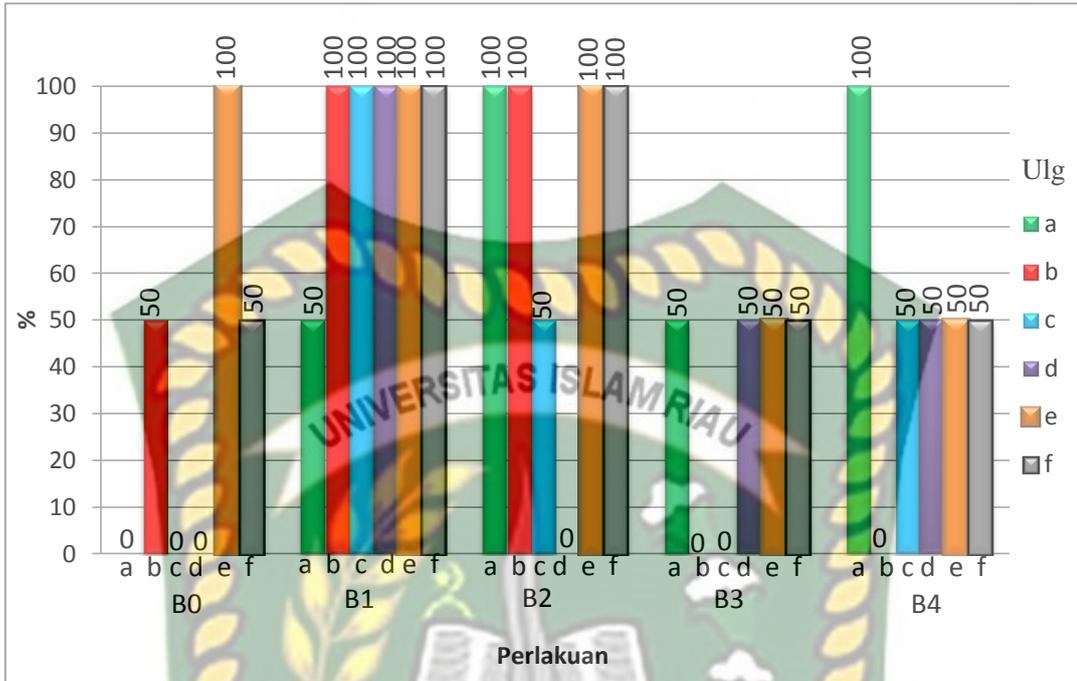
Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 17. menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi BAP berpengaruh nyata terhadap persentase tumbuh akar. Hal tersebut berdasarkan

tabel diatas bahwa perlakuan B0 tanpa menggunakan hormon lebih rendah dibandingkan perlakuan yang menggunakan hormon. Akan tetapi perlakuan B0 dengan rerata 33,33 % tidak berbeda nyata dengan perlakuan B3 (2 ppm) dengan rerata 33,33 %. Persentase tertinggi pada perlakuan B1 (0,5 ppm) dengan persentase 91,67%. Pada perlakuan B2 (1 ppm) dengan persentase 75% dan pada perlakuan B4 (4 ppm) 50%.

Menurut Marks *et al* (2000) dan Howard (1996) dalam Nurjaya, dkk (2015) Kemampuan eksplan membentuk akar dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk perbedaan genotip, tingkat kematangan jaringan dan karakteristik fisiologis, oleh karena itu eksplan memberikan respon yang berbeda-beda. Lakitan (2000) dalam Amaliah (2016: 38) menerangkan bahwa suatu tanaman akan tumbuh dengan baik dan subur bila unsur hara yang dibutuhkan tersedia dalam jumlah yang cukup dan berada dalam bentuk yang sesuai sehingga dapat diserap tanaman

Agar hasil pengamatan pada persentase jumlah eksplan membentuk akar dapat terlihat lebih jelas perbedaannya, maka peneliti menyajikan data tersebut dalam bentuk grafik. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Grafik pengaruh BAP terhadap persentase akar yang terbentuk pada eksplan tunas Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Dapat dilihat pada Gambar 22. grafik tersebut menunjukkan bahwa setiap perlakuan memiliki persentase eksplan membentuk akar yang berbeda. Pada perlakuan tanpa pemberian hormon atau B0 persentase tertinggi pada ulangan e 100% lalu 50% pada ulangan b dan f, dan pada ulangan a, c, dan ulangan d tidak terbentuknya akar. Pada perlakuan B1 persentase tertinggi pada ulangan b, c, d, e dan ulangan f, dan persentase paling rendah pada ulangan a yaitu 50%. Pada perlakuan B2 (1 ppm) dengan persentase paling tinggi yaitu 100% pada ulangan a, b, e dan ulangan f, dan 50% ulangan c, sedangkan pada ulangan d tidak adanya pertumbuhan akar. Pada perlakuan B3 (2 ppm) yang paling tinggi yaitu ulangan a, d, e, dan ulangan f yaitu 50%. Pada ulangan b dan ulangan c tidak adanya pertumbuhan akar. Pada perlakuan B4 (4 ppm) dengan persentase paling tinggi 100% pada ulangan a, 50% pada ulangan c, d, e, dan ulangan f. Pada ulangan b tidak adanya pertumbuhan akar.

Adanya perbedaan persentase eksplan tunas yang membentuk akar dapat disebabkan karena pemberian konsentrasi hormon yang terlalu rendah sehingga hormon endogen dan hormon eksogen akan menghambat proses diferensiasi.

Menurut Rukmana (2009) dalam Amaliah (2016: 38) pembentukan akar tidak terlepas dari proses pembelahan jaringan yang aktif dan berdiferensiasi dan ditunjang oleh adanya senyawa organik dan senyawa anorganik yang terdapat didalam media.

Dari hasil pengamatan seperti pada Tabel 17. dan Gambar 22. dilakukan uji analisis statistik ANOVA untuk melihat apakah parameter persentase jumlah eksplan membentuk daun dapat dinyatakan signifikan atau tidak yang ditandai dengan $F_{hitung} > F_{tabel}$. Uji analisis statistik ANOVA dapat dilihat pada Tabel 18.

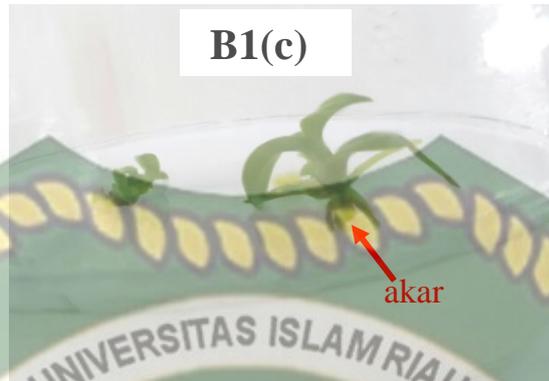
Tabel 18. Tabel ANOVA pengaruh BAP terhadap pembentukan akar pada tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis*L.).

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tab 5%
Perlakuan	4	16166,67	4041,667	3,67 *s	2,75
Galat	25	27500,00	1100,0000		
Total	29	43666,67			
KK = 0,78					

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket: *s = signifikan KK = Koefisien Keragaman
 SK = Sumber Keragaman JK = Jumlah Kuadrat
 DB = Derajat Bebas KT = Kuadrat Tengah
 F-Hit = F-Hitung F-Tab = F.-Tabel

Berdasarkan uji analisis statistik ANOVA pada Tabel 18. diperoleh nilai F-hitung 3,67 dengan derajat bebas 4 dan 25 dan taraf α 5% ($F_{4, 25, 0.05}$) adalah 2,75. Terlihat bahwa $F_{hitung} > F_{Tabel}$ yaitu $3,67 > 2,75$ pada taraf 0.05, hal ini berarti H_0 ditolak. Perlakuan pemberian BAP pada tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) memberikan pengaruh yang nyata terhadap pembentukan akar.



Sumber: Dokumentasi Peneliti
 Gambar 23. Pembentukan akar pada eksplan tunas anggrek bulan pada umur 90 Hari Setelah Tanam

4.1.7 Jumlah Akar

Hasil pengamatan terhadap jumlah akar yang terbentuk pada eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) menunjukkan bahwa secara tunggal pemberian konsentrasi BAP memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah akar pada eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang telah disubkultur. Rerata jumlah akar anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dapat dilihat pada Tabel 19. dan Tabel 20. serta Gambar 24.

Tabel 19. Rerata jumlah akar anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) yang terbentuk pada eksplan tunas dengan konsentrasi Benzyl Amino Purin (BAP) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Perlakuan	Ulangan						Total	Rerata
	A	b	C	d	e	F		
B0	0c	2b	0c	0 c	4a	2b	8	1,33
B1	2b	4a	4a	4a	4a	4a	22	3,67
B2	4a	4a	2b	0c	4a	4a	18	3
B3	2b	0c	0c	2b	2b	2b	8	1,33
B4	4a	0c	2b	2b	2b	2b	12	2
	KK=		19,41	BNJ=		1,01	68	2,27

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket : 0 c = tidak terbentuk akar

BNJ= Beda Nyata Jujur

Angka-angka pada baris dan kolom yang diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Lanjut BNJ pada taraf 5%.

Pada Tabel 19. menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi BAP mampu membentuk akar dan berpengaruh nyata terhadap jumlah tumbuh akar, jumlah akar paling tinggi yaitu pada perlakuan B1 (0,5 ppm) yaitu dengan jumlah rerata 3,67 buah, pada perlakuan B2 (1 ppm) dengan rerata jumlah 3 buah dan pada perlakuan B4 (4 ppm) dengan rerata jumlah 2 buah sedangkan pada perlakuan B0 (tanpa menggunakan hormon) dan perlakuan B3 (2 ppm) tidak berbeda nyata karena memiliki nilai jumlah rerata yang sama yaitu 1,33 buah.

Agar hasil pengamatan pada persentase jumlah eksplan membentuk akar dapat terlihat lebih jelas perbedaannya, maka peneliti menyajikan data tersebut dalam bentuk grafik. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Grafik pengaruh BAP terhadap jumlah akar yang terbentuk pada eksplan tunas Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST) (%).

Pada Gambar 24. grafik menunjukkan bahwa perlakuan BAP dengan konsentrasi yang cukup tinggi dan rendah dapat membantu tumbuh akar. Dapat dilihat bahwa jumlah akar yang paling banyak tumbuh yaitu sebesar 4 buah. Perlakuan yang memiliki jumlah akar tertinggi yaitu pada perlakuan B0 ulangan e, B1(0,05 ppm) ulangan b, c, d, e, dan ulangan f, B2 (1 ppm) ulangan a, b, e, dan ulangan f, B4 (4 ppm) ulangan a. Lalu dengan jumlah tumbuh 2 buah terdapat pada perlakuan B0 ulangan b dan ulangan f, B1 ulangan a, B2 ulangan c, B3 ulangan a, d, e, f, dan B4 ulangan c, d, e, f. Sedangkan yang tidak ada

pertumbuhan akar pada ulangan B0 ulangan a, c, dan ulangan d. B2 ulangan d, B3 ulangan b dan ulangan c serta perlakuan B4 pada ulangan b.

Penambahan sitokinin dalam berbagai konsentrasi pada setiap perlakuan tidak berbeda nyata sehingga akar yang tumbuh dari tunas anggrek bulan *Phalaeonopsis amabilis* L. hanya sedikit. Hal ini sesuai dengan pendapat Gunawan (2008) dalam Amaliah (2016: 36) yang mengemukakan bahwa zat pengatur tumbuh endogen merupakan faktor untuk memacu proses tumbuh dan morfogenesis eksplan, baik membentuk kalus, akar, tunas dan planlet. Hal ini juga tidak terlepas dari tersedianya nutrisi pada media yang dibutuhkan eksplan untuk tumbuh dalam keadaan cukup dan seimbang dan menyebabkan eksplan lebih terfokus pada multiplikasi tunas dari pada munculkan akar.

Dari hasil pengamatan seperti pada Tabel 19. dan Gambar 24. dilakukan uji analisis statistik ANOVA untuk melihat apakah parameter persentase jumlah eksplan membentuk daun dapat dinyatakan signifikan atau tidak yang ditandai dengan $F_{hitung} > F_{tabel}$. Uji analisis statistik ANOVA dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Tabel ANOVA pengaruh BAP terhadap pembentukan jumlah akar pada tanaman anggrek bulan (*Phalaeonopsis amabilis*L.).

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F-Tab 5%
Perlakuan	4	25,87	6,467	3,67 *s	2,75
Galat	25	44,00	1,7600		
Total	29	69,87			
KK = 19,41					

Sumber : Data Primer Penelitian

Ket: *s = signifikan KK = Koefisien Keragaman
 SK = Sumber Keragaman JK = Jumlah Kuadrat
 DB = Derajat Bebas KT = Kuadrat Tengah
 F-Hit = F-Hitung F-Tab = F.-Tabel

Berdasarkan uji analisis statistik ANOVA pada Tabel 20. diperoleh nilai F-hitung 3,67 dengan derajat bebas 4 dan 25 dan taraf α 5% ($F_{4, 25, 0.05}$) adalah 2,75. Terlihat bahwa $F_{hitung} > F_{Tabel}$ yaitu $3,67 > 2,75$ pada taraf 0.05, hal ini berarti H_0 ditolak. Perlakuan pemberian BAP pada tunas anggrek bulan

(*Phalaenopsis amabilis* L.) memberikan pengaruh yang nyata terhadap pembentukan jumlah akar.



Sumber: Dokumentasi Peneliti
Gambar 25. Akar pada perlakuan B4 (4 ppm)
pada umur 90 Hari Setelah Tanam (HST).

4.2 Hasil dan Pembahasan Pengembangan Bahan Ajar Modul

4.2.1 Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Penelitian pengembangan ini menghasilkan bahan ajar berupa modul kultur jaringan. Modul yang dikembangkan terlebih dahulu telah divalidasi oleh validator dan diuji coba pada mahasiswa angkatan 2015 semester 5 yang telah mengambil kultur jaringan untuk mendapatkan data respon atau tanggapan. Respon yang diambil pada mahasiswa yang telah mengambil kultur jaringan bertujuan untuk menilai kevalidan bahan ajar yang dikembangkan. Pada respon ini diambil sampel kelompok besar yaitu sebanyak 16 orang responden mahasiswa.

Penelitian ini menggunakan desain model ADDIE yang terdiri atas lima tahap yaitu Analisis (*analyze*), Desain (*design*), Pengembangan (*development*), Implementasi (*Implementation*) dan Evaluasi (*Evaluation*). Pada penelitian ini peneliti hanya melakukan tahap analisis (*analyze*) sampai tahap pengembangan (*development*), hal ini dilakukan peneliti untuk menghemat waktu dan biaya. Penelitian pengembangan ini dilakukan sesuai dengan tiga tahapan yang ada pada model desain ADDIE. Berikut diuraikan tiga tahapan yang peneliti lakukan:

4.2.1.1 Analisis (*Analyze*)

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan tahap analisis (*Analyze*). Tahap ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar modul kultur jaringan. Pada tahap analisis terdapat 3 langkah kegiatan yang terdiri dari :

1) Analisis KKNI

Langkah awal pada pembuatan modul kultur jaringan adalah menganalisis Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) ini merupakan penjejaran capaian pembelajaran. Capaian pembelajaran (CP) didefinisikan sebagai kemampuan yang diperoleh melalui internalisasi pengetahuan, sikap, keterampilan, dan kompetensi (Kemendikbud, 2014 halaman 2).

Analisis KKNI kemudian diturunkan menjadi Rancangan Pembelajaran Semester (RPS), capaian pembelajaran yang hendak dicapai dalam Rencana

pembelajaran (RPS) Kultur Jaringan ini adalah : a) Mahasiswa mampu menyusun dan menjelaskan teknik melakukan kultur jaringan tanaman (Minggu ke-13) (RPS terlampir).

2) Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan yaitu untuk menentukan kemampuan-kemampuan atau kompetensi yang perlu dipelajari oleh mahasiswa untuk meningkatkan hasil belajar. Analisis kebutuhan merupakan kondisi yang harus dipenuhi dalam suatu produk baru atau perubahan produk, yang mempertimbangkan berbagai kebutuhan yang bersinggungan antara berbagai pemangku kepentingan. Peneliti mengumpulkan informasi yang mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan penghambat proses pembelajaran yang seharusnya dimiliki oleh setiap mahasiswa menjadi masalah pada mahasiswa untuk mencapai tujuan pengembangan pembelajaran yang mengarah pada peningkatan mutu pendidikan.

Analisis kebutuhan ini dengan melakukan observasi, wawancara dengan Dosen Kultur Jaringan di Fakultas Biologi Universitas Islam Riau. Berdasarkan observasi dan wawancara dengan dosen kultur jaringan diketahui bahwa: (1) kurang bervariasi bahan ajar yang digunakan, (2) belum adanya bahan ajar berupa modul yang terintegrasi dengan Riset, (3) sulitnya bagi mahasiswa dalam memahami materi Kultur Jaringan yang masih menggunakan bahan ajar berupa *power point*.

3) Analisis Mahasiswa

Informasi yang diperoleh dari hasil wawancara terbatas pada mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Kultur Jaringan. Diketahui bahwa mahasiswa masih merasa kesulitan dalam memahami materi yang terdapat dalam kultur jaringan, dikarenakan masih menggunakan bahan ajar berupa *power point* yang menampilkan pokok-pokok atau inti dari materi tersebut.

Analisis mahasiswa ini berkaitan dengan apa yang dibutuhkan oleh mahasiswa berupa bahan ajar yaitu modul untuk menunjang wawasan atau pengetahuan tentang matakuliah kultur jaringan serta pahamiya mahasiswa dalam materi-materi Kultur Jaringan.

4.2.1.2 Perancangan (*Design*)

Pada tahap ini akan mengembangkan bahan ajar modul kultur jaringan dan sesuai dengan Kerangka Kualifikatif Nasional Indonesia (KKNI). Pada tahap ini akan ditentukan bagaimana modul akan dirancang secara utuh sesuai materi pokok kemudian menyusun capaian pembelajaran. Modul yang dibuat akan memiliki kriteria yaitu full color, terdiri dari kata pengantar, daftar isi, deskripsi modul, petunjuk penggunaan modul, spesifikasi modul, capaian pembelajaran, materi pembelajaran, rangkuman, evaluasi, kunci jawaban, glosarium, dan daftar pustaka serta terdapat halaman modul. Modul yang dibuat dengan format pengetikan dengan batas-batas tepi (*margin*) dari tepi kertas berukuran yaitu: tepi kiri 3 cm, tepi kanan 3 cm, tepi atas 3 cm, tepi bawah 3 cm, dan jenis huruf yang dipakai yaitu *Times New Roman* dengan ukuran 12 pt.

Isi modul dibuat sesuai dengan KKNI yang diturunkan melalui RPS yang sesuai dengan hasil eksperimen yang telah dilakukan. Modul Kultur Jaringan yang dibuat menggunakan bahasa Indonesia dan disertai dengan gambar-gambar yang mendukung dengan sumber yang relevan.

4.2.1.3 Pengembangan (*Development*)

Setelah perancangan modul, modul dibuat dan disusun sesuai dengan langkah-langkah yang dirancang. Tahap *development* ini bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar berupa modul Kultur Jaringan berbasis riset dan sesuai dengan KKNI dan Rencana Kegiatan Semester (RPS). Modul yang telah tersusun divalidasi oleh para *reviewer* ahli dan uji coba kevalidan terbatas dengan angket respon mahasiswa untuk mendapatkan kevalidan sebagai bahan ajar.

Tujuan dari tahap pengembangan adalah untuk menghasilkan media pembelajaran yang layak setelah revisi berdasarkan masukan para ahli dan data respon terbatas oleh mahasiswa. Tahap ini merupakan tahap validasi bahan ajar berupa modul oleh ahli materi yaitu Prof. Dr. Ir. Hasan Basri Jumin, Beliau adalah Guru Besar Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, dan ahli pembelajaran yaitu Riki Apriyandi Putra, M.Pd Beliau adalah Dosen Fakultas Biologi Universitas Riau. Hasil analisis terhadap validasi yang dilakukan para ahli

digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk merevisi bahan ajar modul yang sedang dikembangkan. Apabila bahan ajar yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria kevalidan (sangat valid), maka bahan ajar modul layak untuk digunakan. Validasi dilakukan oleh Peneliti dari tanggal 21- 22 Mei 2018 (ahli materi), dari tanggal 23 - 27 Mei 2018 (ahli pembelajaran), tanggal 28 Mei 2018 dan 02 Juni 2018 untuk respon mahasiswa. Pada tahap ini diambil sampel kelompok sedang yaitu sebanyak 16 orang responden mahasiswa. Pada uji coba terbatas ini sampel mahasiswa yang digunakan adalah mahasiswa angkatan 2015 semester 5 yang telah mengambil mata kuliah kultur jaringan. Tanggal 12 Juli 2018 untuk respon dosen ibu Evi Suryanti, S.Si.,M.Sc yang merupakan dosen FKIP Biologi Universitas Islam Riau dan tanggal 27 Juli 2018 untuk respon dosen ibu Mardaleni, S.P.,M.Sc yang merupakan dosen Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau.

4.2.1.3.1 Hasil Penelitian

A. Hasil Validasi Bahan Ajar Modul Oleh Ahli Materi

Validator materi adalah Prof.Dr.Ir.Hasan Basri Jumin, M.Sc. Beliau adalah Guru Besar Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Validasi bahan ajar modul oleh ahli materi bertujuan untuk mengetahui pendapat ahli materi sebagai dasar dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas materi bahan ajar modul. Validasi bahan ajar modul oleh ahli materi dilihat dari tiga aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan penilaian bahasa. Validasi materi dilakukan dengan cara memberikan modul kultur jaringan yang sudah dicetak, materi yang disajikan dalam bahan ajar modul untuk dilihat dan dinilai serta memberikan lembar validasi materi. Hasil validasi bahan ajar berupa modul oleh ahli materi disajikan pada Tabel 21.

Tabel 21. Rata- Rata Hasil Validasi Bahan Ajar Modul Kultur Jaringan oleh Ahli Materi

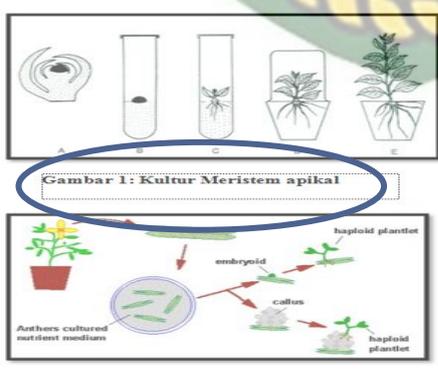
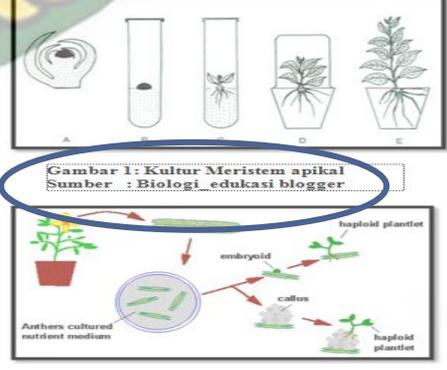
No	Nama Validator	Aspek yang dinilai	Persentase Kevalidan (%)	Tingkat Kevalidan
1	HBJ	Kelayakan Isi	94,12%	Sangat Valid
		Kelayakan Penyajian	78,13%	Cukup Valid
		Penilaian Bahasa	86,54%	Sangat Valid
Rata-rata penilaian ahli materi terhadap keseluruhan aspek			86,26%	Sangat Valid

Sumber : Data Primer Penelitian

Berdasarkan Tabel 21, dapat dilihat penilaian bahan ajar berupa modul kultur jaringan oleh ahli materi persentase tertinggi sebesar 94,12% (sangat valid) pada aspek kelayakan isi, sementara persentase terendah sebesar 78,13% (cukup valid) pada aspek kelayakan penyajian. Berdasarkan hasil dari ahli materi yang dilakukan, produk berupa modul pembelajaran pada materi teknik kultur jaringan ini sudah layak untuk diujicobakan atau layak untuk digunakan tanpa revisi dengan rata-rata persentase sebesar 86,54%. Hasil penilaian validator ahli materi terhadap modul yang lebih rinci terdapat pada Lampiran 12.

Berdasarkan evaluasi, saran dan komentar dari ahli materi terdapat kekurangan pada bahan ajar modul yang harus diperbaiki, antara lain dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil Revisi Bahan Ajar Modul Kultur Jaringan Oleh Ahli Materi

No	Sebelum revisi	Sesudah revisi
1.	 <p>Gambar 1: Kultur Meristem apikal</p> <p>Gambar 2 : Kultur Anthera</p>	 <p>Gambar 1: Kultur Meristem apikal Sumber : Biologi edukasi blogger</p> <p>Gambar 2 : Kultur Anthera Sumber : Biologi edukasi blogger</p>
<p>Pada aspek kelayakan isi, ahli materi menyarankan untuk mencantumkan sumber setiap gambar yang dikutip dari blog, artikel dan jurnal. Setelah peneliti berdiskusi</p>		

No	Sebelum revisi	Sesudah revisi
	dengan pembimbing saran tersebut diterima.	
2.	<p>yang diberikan.</p>	
	<p>Pada aspek kelayakan isi (materi) ahli materi menyarankan pada gambar hasil pengamatan kultur jaringan untuk mencantumkan keterangan hasil tumbuh, media yang digunakan dan tumbuh pada konsentrasi berapa. Setelah peneliti berdiskusi dengan pembimbing saran tersebut diterima.</p>	

Sumber : Data Primer Penelitian

B. Hasil Validasi Bahan Ajar Modul Oleh Ahli Pembelajaran

Validator pembelajaran adalah Dr. Riki Apriyandi Putra, M.Pd. Beliau adalah dosen Biologi Universitas Riau (UR). Validasi bahan ajar modul oleh ahli pembelajaran bertujuan untuk mengetahui pendapat ahli media sebagai dasar dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar modul. Validasi oleh ahli pembelajaran dilihat dari lima aspek yaitu format modul, kebahasaan, penyajian, kegrafikan, dan manfaat. Validasi pembelajaran dilakukan dengan cara memberikan modul kultur jaringan yang sudah dicetak untuk dilihat dan dinilai serta memberikan lembar validasi kepada ahli pembelajaran. Hasil penilaian validator dapat dilihat pada Tabel 23. sebagai berikut:

Tabel 23. Rata-rata Hasil Validasi Bahan Ajar Modul Kultur Jaringan oleh Ahli Pembelajaran.

No	Nama Validator	Aspek yang dinilai	Persentase Kevalidasian (%)	Tingkat Kevalidasian
1	RAP	Format Modul	100,00%	Sangat Valid
		Kebahasaan	83,33%	Sangat Valid
		Penyajian	87,50%	Sangat Valid
		Kegrafikan	92,86%	Sangat Valid
		Manfaat	75,00%	Cukup Valid
Rata-rata penilaian ahli materi terhadap keseluruhan aspek			87,74%	Sangat Valid

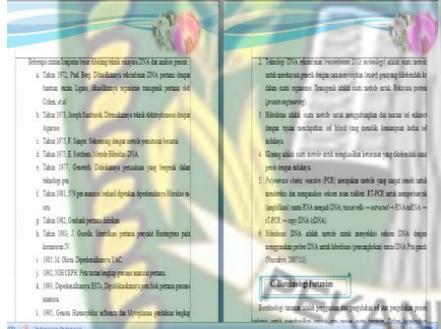
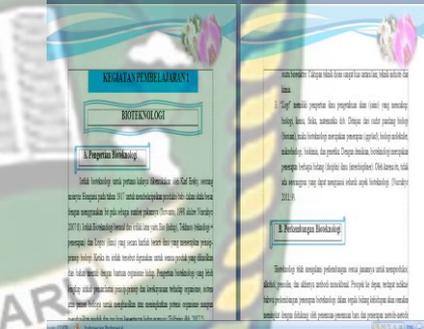
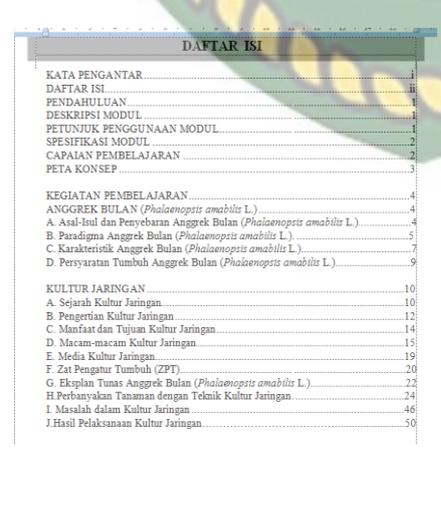
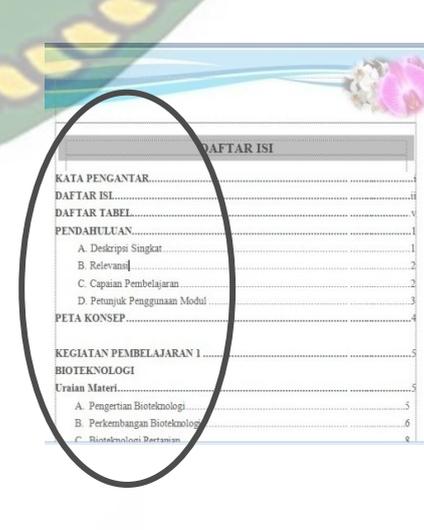
Sumber : Data Primer Penelitian

Validasi ahli pembelajaran dilakukan secara bertahap dengan sekali penilaian di keempat pertemuan terakhir. Jadi modul direvisi sesuai komentar dari ahli pembelajaran dan kemudian dinilai untuk melihat tingkat kevalidan modul yang dikembangkan. Persentase tertinggi sebesar 100% (sangat valid) pada aspek format modul, sementara persentase terendah sebesar 75,00% (cukup valid) pada aspek manfaat. Berdasarkan hasil dari ahli pembelajaran yang dilakukan, produk berupa modul pembelajaran pada materi teknik kultur jaringan ini sudah layak untuk diujicobakan atau layak untuk digunakan tanpa revisi dengan rata-rata persentase sebesar 87,74%. Hasil penilaian validator ahli materi terhadap modul yang lebih rinci terdapat pada Lampiran 14.

Berdasarkan evaluasi, saran, dan komentar dari ahli pembelajaran terdapat kekurangan pada bahan ajar modul yang harus diperbaiki, antara lain dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Hasil Revisi Validasi Bahan Ajar Kultur Jaringan Oleh Ahli Pembelajaran

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi				
1						
<p>Pada format modul, ahli pembelajaran menyarankan untuk membuat kata <i>modul</i> dan diletakkan dipinggir cover. Setelah peneliti berdiskusi dengan pembimbing saran tersebut diterima.</p>						
2.	<ul style="list-style-type: none"> Waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan modul relatif lama. <p>D. Capaian Pembelajaran</p> <p>Capaian pembelajaran yang hendak dicapai setelah mempelajari materi ini ialah :</p> <ol style="list-style-type: none"> Mahasiswa mampu menjelaskan zat pengatur tumbuh dalam kultur jaringan. Mahasiswa mampu menyusun bahan persentasi ilmiah regenerasi dan multifikasi eksplan. Mahasiswa mampu menyusun dan menjelaskan teknik kultur jaringan tanaman. Mahasiswa mampu menguasai pengertian, konsep dasar ilmu dan prinsipnya, manfaat serta dapat melakukan prosedur teknik kultur jaringan tanaman dengan baik dan benar. 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kemampuan akhir yang diharapkan</th> <th>Indikator</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Mahasiswa mampu menyusun dan menjelaskan teknik melakukan kultur jaringan tanaman.</td> <td> a. Menjelaskan sejarah dan kultur jaringan. b. Menjelaskan definisi kultur jaringan. c. Menjelaskan manfaat kultur jaringan. d. Menguraikan berbagai jenis teknik kultur jaringan. e. Menjelaskan dan membuat media kultur jaringan. f. Mengaitkan zat pengatur tumbuh yang digunakan dalam teknik kultur jaringan dengan pertumbuhan eksplan. </td> </tr> </tbody> </table>	Kemampuan akhir yang diharapkan	Indikator	1. Mahasiswa mampu menyusun dan menjelaskan teknik melakukan kultur jaringan tanaman.	a. Menjelaskan sejarah dan kultur jaringan. b. Menjelaskan definisi kultur jaringan. c. Menjelaskan manfaat kultur jaringan. d. Menguraikan berbagai jenis teknik kultur jaringan. e. Menjelaskan dan membuat media kultur jaringan. f. Mengaitkan zat pengatur tumbuh yang digunakan dalam teknik kultur jaringan dengan pertumbuhan eksplan.
Kemampuan akhir yang diharapkan	Indikator					
1. Mahasiswa mampu menyusun dan menjelaskan teknik melakukan kultur jaringan tanaman.	a. Menjelaskan sejarah dan kultur jaringan. b. Menjelaskan definisi kultur jaringan. c. Menjelaskan manfaat kultur jaringan. d. Menguraikan berbagai jenis teknik kultur jaringan. e. Menjelaskan dan membuat media kultur jaringan. f. Mengaitkan zat pengatur tumbuh yang digunakan dalam teknik kultur jaringan dengan pertumbuhan eksplan.					
<p>Pada format modul capaian pembelajaran , ahli pembelajaran menyarankan sub materi dan capaian pembelajaran harus sesuai dengan RPS yang telah ditetapkan. Setelah peneliti berdiskusi dengan pembimbing saran tersebut diterima.</p>						

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
3.	<p>Sejarah perkembangan teknik kultur jaringan dimulai pada tahun 1858 ketika Schwann dan Schleiden mengungkapkan tentang teori intipotesis yang menyatakan bahwa sel sel bersifat otonom, dan pada prinsipnya mampu beregenerasi menjadi tanaman lengkap. Teori yang dikemukakan ini adalah dasar dari epitelasi Haberlandt pada awal abad ke-20 yang menyatakan bahwa jaringan tanaman dapat diklonasi dan dikultur hingga berkembang menjadi tanaman normal dengan melakukan manipulasi terhadap kondisi lingkungan dan nutrisi, walaupun usaha Haberlandt menggunakan teknik kultur jaringan tanaman pada tahun 1902 mengalami kegagalan, akan tetapi Harlow, Boyer dan Carol pada tahun 1907-1909 berhasil mengkultur jaringan levula dan merista secara in vitro.</p> <p>Kebertahanan aplikasi teknik kultur jaringan sebagai sarana perbanyakan tanaman secara vegetatif pertama kali dilakukan oleh White pada tahun 1934 yakni melalui kultur akar tanaman tembakau. Selanjutnya, pada tahun 1939 Garber, Noveborc, dan White berhasil memkulturkan kalus tembakau dan wadit secara in vitro. Setelah perang dunia II, perkembangan teknik kultur jaringan sangat cepat, dan menghasilkan berbagai penelitian yang memiliki arti penting bagi dunia pertanian, kesehatan dan hortikultura yang telah dipublikasikan.</p> <p>Pada awalnya, perkembangan teknik kultur jaringan tanaman berawal dibidang teknik kultur jaringan manusia. Kesuksesan ini terjadi karena tanaman (zat pengatur tumbuh) Ditumbuhkannya tahun 1944 pada tahun 1944 King dan Hagen Smith telah membuka potang yang baru bagi kemajuan kultur jaringan tanaman. Kemudian ini semakin</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; border-radius: 15px;"> <p style="text-align: center;">Info Biologi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perkembangan Uninucleate yaitu fase perkembangan mikrospora yang dapat berdiferensiasi. • Organogenesis yaitu proses pembentukan dan perkembangan tunas dari jaringan meristem. • Embriogenesis yaitu proses pembentukan dan perkembangan embrio. </div>
<p>Untuk bagian isi, ahli pembelajaran menyarankan agar adanya informasi yang tertulis pada “Info Biologi” dan gunakan dengan bahasa yang mudah dipahami. Setelah peneliti berdiskusi dengan pembimbing saran tersebut diterima.</p>		
4.		
<p>Pada aspek penyajian, ahli pembelajaran menyarankan untuk menambah materi tentang Bioteknologi dengan tujuan untuk mendukung materi kultur jaringan. Setelah peneliti berdiskusi dengan pembimbing saran tersebut ditolak.</p>		
5.		

No	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
	Pada format modul, ahli pembelajaran menyarankan format modul disesuaikan dengan panduan penyusun perangkat pembelajaran dan bahan ajar RISTEKDIKTI 2017. Setelah peneliti berdiskusi dengan pembimbing saran tersebut diterima.	
6		
	Pada pembahasan, ahli pembelajaran menyarankan membuang kata <i>pada</i> yang terdapat di judul cover modul. Setelah peneliti berdiskusi dengan pembimbing saran tersebut diterima.	

Sumber : Data Primer Penelitian

C. Data Hasil Respon Dosen

Respon dosen dilakukan terhadap Ibu Evi Suryanti, S.Si., M.Sc yang merupakan dosen FKIP Biologi Universitas Islam Riau dan Ibu Mardaleni, SP., M.S.c yang merupakan dosen Fakultas Pertanian yang memegang Matakuliah Kultur Jaringan. Pada tahapan ini bahan ajar yang digunakan adalah bahan ajar yang telah diperbaiki kekurangannya sesuai hasil validasi dan saran yang diberikan oleh ahli materi dan ahli pembelajaran. Instrumen respon dosen berisi 22 pernyataan yang terdiri dari empat aspek yaitu aspek penyajian, aspek bahasa, aspek materi dan aspek manfaat. Respon dilakukan dengan memberikan modul yang sudah dicetak kepada dosen, kemudian memberikan angket respon berupa penilaian serta komentar dan saran. Angket ini meliputi hasil tanggapan dosen tentang bahan ajar berupa modul yang dikembangkan. Data selengkapnya disajikan pada Tabel 25.

Tabel 25. Rata-Rata Hasil Respon Bahan Ajar Modul Kultur Jaringan oleh Dosen

No	Aspek	Persentase Respon Dosen		Rata-rata (%)	Kualifikasi
		Dosen ES	Dosen ML		
1	Penyajian	91,67%	91,67%	91,67%	Sangat Baik
2	Bahasa	87,50%	100%	93,75%	Sangat Baik
3	Materi	91,67%	91,67%	91,67%	Sangat Baik
4	Manfaat	100%	100%	100%	Sangat Baik
	Rata- Rata (%)	92,71%	95,84%	94,27%	Sangat Baik

Sumber : Data Primer Penelitian

Berdasarkan Tabel diatas, persentase tertinggi respon dosen modul kultur jaringan oleh dosen ES dan dosen ML sebesar 100% (sangat baik) pada aspek manfaat, sementara persentase terendah sebesar 91,67% (sangat baik) pada aspek penyajian dan materi. Hasil respon oleh dosen ES dan dosen ML terhadap modul yang dikembangkan memperoleh rata-rata persentase sebesar 94,27% dengan kategori sangat baik dan tanpa revisi. Nilai ini menunjukkan bahwa dosen menanggapi sangat baik penggunaan bahan ajar berupa modul kultur jaringan. Hasil penilaian respon dosen terhadap modul yang lebih rinci terdapat pada Lampiran 16.

D. Data Hasil Uji Coba Terbatas

Data pada uji coba modul kultur jaringan skala terbatas diperoleh dari hasil respon mahasiswa pada 16 orang mahasiswa angkatan 2015 yang mengambil mata kuliah pilihan kultur jaringan di semester 5 Biologi FKIP UIR dengan tujuan hanya untuk mengambil saran terhadap produk yang dikembangkan oleh peneliti. Pada tahapan ini bahan ajar modul yang digunakan adalah bahan ajar modul yang telah diperbaiki kekurangannya sesuai hasil validasi dan saran yang diberikan oleh ahli materi dan ahli pembelajaran.

Instrumen untuk mahasiswa berisi 14 pernyataan yang terdiri dari lima aspek yaitu aspek materi, aspek kebahasaan, aspek penyajian, aspek tampilan dan aspek manfaat. Ujicoba dilakukan dengan cara memberikan waktu kepada mahasiswa untuk melihat dan membaca bahan ajar berupa modul kultur jaringan

yang diberikan kepada setiap mahasiswa yang menjadi sampel, kemudian memberikan penilaian tertulis serta memberikan saran dan komentar terhadap bahan ajar modul pada angket yang telah tersedia. Hasil ujicoba skala terbatas meliputi: hasil tanggapan mahasiswa tentang bahan ajar modul yang dikembangkan. Data selengkapnya disajikan pada Tabel 26.

Tabel 26. Hasil Uji Coba Bahan Ajar Modul Kultur Jaringan oleh Mahasiswa

No	Aspek	Rata-rata (%)	Kualifikasi
1	Aspek Materi	91,41%	Sangat Baik
2	Aspek Kebahasaan	92,97%	Sangat Baik
3	Aspek Penyajian	90,63%	Sangat Baik
4	Aspek Tampilan	88,54%	Sangat Baik
5	Aspek Manfaat	98,44%	Sangat Baik
	Rata- Rata (%)	92,40%	Sangat Baik

Sumber : Data Primer Penelitian

Berdasarkan Tabel 26. dapat diketahui bahwa rata-rata persentase respon mahasiswa pada 16 orang mahasiswa mendapatkan persentase tertinggi sebesar 98,44% (sangat baik) pada aspek manfaat, sementara persentase terendah sebesar 88,54% pada aspek tampilan. Hasil uji coba pada kelompok besar mahasiswa terhadap modul yang dikembangkan memperoleh rata-rata sebesar 92,40% dengan kategori sangat baik dan tanpa revisi. Sementara untuk hasil uji coba terbatas yang lebih rinci terdapat pada Lampiran 18. Berikut komentar/saran oleh mahasiswa/i pada Tabel 27.

Tabel 27. Komentar/Saran Mahasiswa Terhadap Bahan Ajar Modul Kultur Jaringan

NO	Nama Mahasiswa	Komentar dan Saran
1.	(IA)	Isi dari modul tersebut sudah cukup baik, bahasa yang digunakan juga sederhana dan mudah dipahami, namun pada cover buat sedikit lebih menarik.
2.	(DF)	Modul kultur jaringan ini sudah sangat bagus dan mudah dipahami.
3.	(N)	Modulnya sudah bagus, tetapi gambar yang didalamnya kurang jelas masih ada garis-garisnya, untuk materi sudah bagus dan lengkap. Dalam penulisan harus bisa dipahami jangan terlalu tinggi bahasanya sehingga mudah dimengerti

NO	Nama Mahasiswa	Komentar dan Saran
		mahasiswa.
4.	(EJS)	Modul sudah cukup bagus, warna covernya diperbaiki karena rasanya kurang menarik, semangat terus ya kak. Fighting
5.	(SF)	Modulnya sudah bagus hanya saja warna cover kurang menarik. Seluruh isis dalam modul sudah lengkap bisa diterapkan di mahasiswa.
6.	(WP)	Sukses selalu ya kak. bagus modulnya kak, tetapi cover depan kurang menarik warnanya kalau bisa diganti dengan yang lebih menarik seperti warna dalamnya fresh.
7.	(MSS)	Modul sudah bagus ditingkatkan lagi inovasi dan kreatifitannya.
8.	(NND)	Gambar covernya hendaknya diusatkan pada kegiatan pratikum, perhatikan warna agar tidak monoton dan merangsang minat mahasiswa, gambar dijelaskan dan perhatikan pengertian.
9.	(DAI)	Modulnya menarik dan mudah dipahami, namun kurang rapi dalam penyusunan keterangan gambarnya.
10.	(M)	Saya menyarankan dalam menampilkan hasil dokumentasi gambar sebaiknya diberi keterangan dan penjelasan yang sesuai
11.	(ML)	Bagus modulnya sudah tertera semua jadi cocok sebagai modul karena ada penuntunnya.
12.	(ES)	Modulnya bagus sangat membantu dalam proses pembelajaran kuljar lebih ditingkatkan lagi.
13.	(AR)	Menurut saya penggunaan warna biru kurang cocok untuk modul ini tetapi dari isi dalam materi dan gambar serta pembahasan sudah layak.
14.	(SA)	Gambar, isi materi dalam modul sudah layak untuk diterapkan dalam pembelajaran karena sudah memenuhi syarat-syarat sehingga pembaca lebih mudah dalam memahami materi yang disimpulkan.
15.	(IC)	Isi modul cantik dan menarik semoga bermanfaat. Barakallah
16.	(NIP)	Modul ini sudah jelas dan mudah dipahami tetapi sampul modul kurang menarik.

Sumber : Data Primer Penelitian

4.2.1.3.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Pembahasan hasil penelitian ini berdasarkan pada hasil prosedur pengembangan bahan ajar. Hasil pengembangan ini menghasilkan satu produk yang dikembangkan dan diuji coba terbatas dengan angket respon mahasiswa

yaitu bahan ajar modul kultur jaringan. Langkah-langkah pengembangan ini melalui tiga tahapan yaitu tahap analisis (*analyze*), tahap perancangan (*design*) dan tahap pengembangan (*development*). Penelitian ini dilakukan di FKIP Biologi Universitas Islam Riau pada mahasiswa angkatan 2015 yang telah mengambil mata kuliah pilihan kultur jaringan dengan sampel kelompok besar 16 orang mahasiswa. Sebelum produk diuji coba terbatas kepada mahasiswa peneliti melakukan validasi dengan dua orang ahli sebagai ahli materi dan ahli pembelajaran.

Adapun waktu validasi yang dilakukan peneliti adalah dari tanggal 21-22 Mei 2018 (ahli materi), dari tanggal 23-27 Mei 2018 (ahli pembelajaran), dan tanggal 28 Mei dan 2 Juni 2018 untuk respon mahasiswa, tanggal 12 Juli 2018 untuk respon Ibu Evi Suryanti, S.Si., M.Sc dan tanggal 26 Juli 2018 untuk respon ibu Mardaleni, SP.M.Sc. Validasi ini sangat berguna bagi peneliti karena dengan validasi, peneliti dapat mengetahui kesalahan-kesalahan yang ada pada modul serta mendapat saran-saran sehingga media yang dihasilkan teruji kevalidannya.

Pengembangan bahan ajar berupa modul kultur jaringan bertujuan untuk memperoleh tanggapan mengenai bahan ajar berupa modul yang valid sehingga dapat digunakan dalam pembelajaran. Selanjutnya pada bagian ini akan diuraikan tentang kevalidan bahan ajar modul yang meliputi validasi bahan ajar (ahli materi dan ahli pembelajaran) dan hasil uji coba terbatas pada mahasiswa.

A. Validasi Bahan Ajar oleh Para Ahli dan Respon Dosen serta Mahasiswa

Berikut ini akan dijelaskan hasil kevalidan bahan ajar berupa modul kultur jaringan oleh para ahli, dosen serta mahasiswa.

1) Ahli Materi

Ahli materi menitikberatkan penilaiannya pada tiga aspek yaitu aspek kelayakan isi, aspek kelayakan penyajian dan aspek penilaian bahasa. Ahli materi yang menjadi validator produk yang dikembangkan adalah Bapak Prof.Dr.Ir.Hasan Basri Jumin. Berdasarkan penilaian dari ahli materi rata-rata penilaian secara keseluruhan aspek adalah 86,26% yang menandakan bahwa bahan ajar yang dikembangkan berada dikategori sangat valid. Pemberian tingkat kevalidan sangat valid mengandung pengertian bahwa bahan ajar yang

dikembangkan telah memiliki unsur kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran dan kompetensi yang ingin dicapai serta bahan ajar dapat membantu dan memberikan motivasi pada mahasiswa. Sehingga bahan ajar bisa diujikan di lapangan. Hal ini berarti materi yang ada dalam bahan ajar telah sesuai dengan pertimbangan teknis dalam mengemas isi atau materi pelajaran.

Pada aspek kelayakan isi terdiri dari empat indikator penilaian yaitu kesesuaian materi dengan penelitian eksperimen, keakuratan materi, pendukung materi pembelajaran dan kemutakhiran materi. Dari validator materi Prof.Dr.Ir. Hasan Basri Jumin, M.Sc secara keseluruhan aspek kelayakan isi mendapatkan rata-rata penilaian 94,12% dengan demikian jika dikonversikan kedalam kriteria kevalidan menurut Akbar (2013: 41), maka bahan ajar yang dikembangkan memiliki prediket sangat valid. Pada aspek kevalidan isi peneliti mendapatkan komentar/saran dari validator yaitu mencantumkan tahun pada sumber gambar yang dikutip dari blog, artikel atau jurnal, serta memberi keterangan hari tumbuh tanaman, media dan hormon yang dipakai pada gambar hasil pengamatan.

Pada indikator keakuratan materi telah dipenuhi karena materi disajikan dalam modul disesuaikan dengan kebenaran fakta, konsep, teori dan prinsip. Modul disesuaikan menggunakan berbagai sumber materi yang berkaitan dengan kultur jaringan serta materi diambil dari sumber yang akurat dan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

Selanjutnya, dapat diketahui pada aspek kelayakan penyajian terdiri dari tiga indikator yaitu teknik penyajian, pendukung penyajian dan kelengkapan penyajian. Berdasarkan Tabel 19. dapat dilihat bahwa dari validator materi Prof.Dr.Ir. Hasan Basri Jumin, M.sc secara keseluruhan aspek kelayakan penyajian mendapatkan rata-rata penilaian 78,13%, dengan demikian jika dikonversikan kedalam kriteria kevalidan menurut Akbar (2013: 41), maka bahan ajar yang dikembangkan memiliki prediket cukup valid. Menurut ahli materi, dalam konsistensi sistematika sajian dalam kegiatan pembelajaran sangat baik, karena dalam modul disajikan secara teratur dari konsep dasar sampai konsep yang lebih dalam, kultur jaringan, tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.), zat pengatur tumbuh (*Benzyl Amino Purin* (BAP), serta perbanyak tanaman

anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dengan teknik kultur jaringan. Selain itu, didalam modul juga disajikan secara sistematis yang terdiri dari pendahuluan, isi, penutup dan evaluasi. Ahli materi menyarankan didalam penyajian pembukaan, bagian isi dan bagian penyudah agar lebih dilengkapi agar modul ini juga bisa dipahami oleh orang banyak tidak terfokus pada mahasiswa yang mengambil kultur jaringan. Pendapat beliau diterima oleh peneliti sehingga modul ini bermanfaat.

Kemudian, aspek penilaian bahasa terdiri dari 6 indikator yaitu lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif, kesesuaian dengan tingkat perkembangan mahasiswa, keruntutan dan keterpaduan antar kegiatan praktikum, serta penggunaan istilah, simbol atau ikon. Dari validator materi Prof.Dr.Ir. Hasan Basri Jumin, M.Sc secara keseluruhan aspek penilaian bahasa mendapatkan rata-rata penilaian 86,54% dengan demikian jika dikonversikan kedalam kriteria kevalidan menurut Akbar (2013: 41), maka bahan ajar yang dikembangkan memiliki prediket sangat valid. Bahasa merupakan salah satu komponen utama dalam bahan ajar yang dapat membantu kemudahan dan keterpaduan mahasiswa terhadap materi yang disampaikan sehingga modul kultur jaringan ini disusun dengan bahasa yang sederhana, mudah dipahami serta sesuai dengan tingkat perkembangan berpikir dan sosial emosional peserta didik. Menurut Prastowo (2011: 73), bahasa yang mudah adalah bahasa yang jelasnya kalimat, dan jelasnya hubungan antar kalimat, serta kalimat yang digunakan tidak terlalu panjang.

Rata-rata penilaian secara keseluruhan aspek adalah 86,26% yang menandakan bahwa bahan ajar yang dikembangkan berada dikategori sangat valid. Pemberian tingkat kevalidan sangat valid mengandung pengertian bahwa bahan ajar yang dikembangkan telah memiliki unsur kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran dan kompetensi yang ingin dicapai serta bahan ajar dapat membantu dan memberikan motivasi pada mahasiswa. Sehingga bahan ajar layak diujikan dilapangan. Hal ini berarti materi yang ada dalam bahan ajar telah sesuai dengan pertimbangan teknis dalam mengemas isi atau materi pelajaran.

2) Ahli Pembelajaran

Ahli pembelajaran menitikberatkan penilaiannya pada aspek format modul, kebahasaan, penyajian, kegrafikan dan manfaat. Ahli pembelajaran yang menjadi validasi produk yang dikembangkan adalah bapak Dr. Riki Apriyandi Putra, M.Pd. Berdasarkan penilaian dari ahli pembelajaran rata-rata penilaian secara keseluruhan aspek adalah 87,74% yang menandakan bahwa bahan ajar yang dikembangkan berada dikategori sangat valid tanpa revisi, sehingga dapat diujikan di lapangan. Pada aspek format modul terdiri dari 3 indikator yaitu judul modul jelas, mudah dipahami dan menggambarkan isi; modul memuat capaian pembelajaran yang diharapkan dapat dikuasi mahasiswa setelah mempelajari dan membacanya serta sub materi ditulis dengan jelas dan sistematis sesuai dengan yang telah ditetapkan di dalam RPS.

Berdasarkan Tabel 20. bahwa dari validator ahli pembelajaran Dr. Riki Apriyandi Putra, M.Pd, aspek format modul mendapatkan persentase sebesar 100% dengan tingkat kevalidan sangat valid, karena judul pada modul jelas, mudah dipahami dan menggambarkan isi modul, namun berdasarkan saran dari validator ahli menyarankan judul pada modul font lebih dkecilkan . Tingginya nilai persentase pada aspek ini juga disebabkan karena produk berupa modul ini memuat capaian pembelajaran yang diharapkan dapat dikuasi mahasiswa setelah menggunakan produk yang dikembangkan. Capaian pembelajaran harus ditulis agar mahasiswa mengetahui tujuan atau kemampuan yang harus dicapai setelah mempelajari dan membaca modul. Pada modul yang dikembangkan, capaian pembelajaran dimuat dalam modul dan disajikan dibagian pendahuluan. Hal ini berdasarkan panduan penyusunan modul ajar dari Ristekdikti (2017; 31), bahwa bagian pendahuluan pada modul meliputi deskripsi singkat, relevansi dan capaian pembelajaran.

Selain itu, sub materi pada modul yang ditulis dengan jelas dan sistematis juga menyebabkan tingginya hasil validasi pada aspek format modul. Penulisan sub materi pada modul disesuaikan dengan aturan penulisan dan urutan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan dalam RPS sehingga sub materi tersusun secara sistematis dan jelas. Hal ini juga dapat memudahkan mahasiswa untuk

memahami urutan materi yang harus dipelajari sehingga kemampuan akhir yang diharapkan dapat dicapai dengan lebih mudah. Modul ini juga memuat peta konsep dibagian awal. Prastowo (2011: 25) menyebutkan bahwa peta konsep dapat menggambarkan isi dan memberikan informasi penting antar topik sehingga modul dapat mudah dipahami.

Selanjutnya, pada aspek kebahasaan terdiri 3 indikator yaitu kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar; informasi yang disampaikan jelas dan mudah dipahami serta pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien (jelas dan singkat). Berdasarkan Tabel 20. bahwa dari validator ahli pembelajaran Dr. Riki Apriyandi Putra, M.Pd, aspek kebahasaan mendapatkan persentase sebesar 83,33% dengan tingkat kevalidan cukup valid. Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan mahasiswa. Menurut Suratsih (2010) dalam Harahap (2017), kriteria kualitas modul dilihat dari aspek bahasa atau keterbacaan yaitu bahasa Indonesia yang baik dan benar, peristilahan, kejelasan bahasa dan kesesuaian bahasa, bahasa yang sederhana serta mudah dipahami peserta didik. Pada aspek ini validator lebih konsisten dalam memilih kata yang akan digunakan antara kata definisi dan kata pengertian.

Kategori kebahasaan modul yang baik, jika menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar dan struktur kalimat yang sederhana sehingga mudah dipahami mahasiswa. Modul yang dikembangkan Bahasa Indonesia yang baku sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, komunikatif dan sesuai dengan perkembangan mahasiswa serta tidak menggunakan istilah rumit tanpa mencantumkan diglosarium. Pada aspek ini validator menyarankan untuk membuang kata pada yang terdapat di judul cover modul serta lebih konsisten dalam memilih kata yang akan digunakan antara kata definisi dan kata pengertian serta. Dan juga mengganti kata kegiatan pembelajaran menjadi kegiatan belajar.

Kemudian pada aspek penyajian terdiri dari 2 indikator yaitu materi yang disajikan secara urut dan sistematis serta informasi yang disajikan lengkap. Berdasarkan tabel 20 bahwa dari validator ahli pembelajaran Dr. Riki Apriyandi Putra, M.Pd, aspek penyajian mendapatkan persentase sebesar 87,50% dengan

tingkat kevalidan sangat valid. Modul yang dikembangkan juga menyajikan informasi secara jelas dan mudah dipahami, informasi yang jelas didapatkan jika menggunakan bahasa yang baku dan sesuai kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar. Penggunaan bahasa yang tidak sesuai akan menyebabkan kalimat yang rancu atau ambigu sehingga informasi dalam modul tidak dapat disampaikan dengan baik karena tidak jelas dan sulit dipahami. Pemanfaatan bahasa secara efektif dan efisien dengan kalimat yang jelas dan singkat pada modul juga mendukung tingginya persentase yang diberikan oleh ahli pembelajaran. Kalimat yang terlalu panjang, meskipun ditulis dengan kata baku sesuai kaidah penulisan dapat menyulitkan mahasiswa untuk memahami kalimat tersebut. Berdasarkan hasil validasi, aspek kebahasaan yang terdapat dalam modul sudah sangat valid dan mudah dipahami oleh mahasiswa, namun ahli pembelajaran memberi masukan untuk menambahkan materi bioteknologi sebelum materi kultur jaringan, subbab tanaman anggek bulan (*Phalaenopsis amabilis*) dari subbab pertama diganti menjadi subbab ke-4.

Selanjutnya, pada aspek kegrafikan terdiri dari 7 indikator yaitu kesesuaian ukuran modul dengan standar; kesesuaian tata letak, penggunaan jenis dan ukur huruf pada *cover*; kesesuaian desain *cover* dengan isi buku; penggunaan *font* dan ukuran huruf dalam modul; *lay out* atau letak dalam modul; terdapat ilustrasi berupa gambar atau foto dalam modul dan kemenarikan desain modul. Berdasarkan tabel 20 bahwa dari validator ahli pembelajaran Dr. Riki Apriyandi Putra, M.Pd, aspek kegrafikan mendapatkan persentase sebesar 92,86% dengan tingkat kevalidan sangat valid. Tingginya rata-rata persentase kegrafikan juga disebabkan desain *cover* modul yang sudah sesuai dengan isinya. Pada aspek kegrafikan ini ahli pembelajaran memberi masukan untuk mengubah font judul modul di *cover*.

Selain itu, pada aspek manfaat terdiri dari 1 indikator yaitu modul dapat digunakan sebagai alternative bahan ajar bagi mahasiswa. Berdasarkan Tabel 20. bahwa dari validator ahli pembelajaran Dr. Riki Apriyandi Putra, M.Pd, aspek manfaat mendapatkan persentase sebesar 75,00% dengan tingkat kevalidan cukup valid.

Salah satu manfaat dari modul adalah sebagai sumber belajar mandiri tanpa kehadiran pendidik (Prastowo, 2015). Modul yang dikembangkan memuat deskripsi, capaian pembelajaran, petunjuk penggunaan dan peta konsep dari materi yang dipelajari sehingga memudahkan mahasiswa untuk menggunakan modul, namun ahli pembelajaran memberikan hasil persentase 75% karena menurut beliau ini belum diuji cobakan akan tetapi secara keseluruhan modul kultur jaringan ini sudah sangat valid untuk digunakan.

C) Respon Dosen

Berdasarkan Tabel 25. dapat diketahui bahwa rata-rata respon dosen (ES) terhadap modul kultur jaringan adalah 92,71% dengan tingkat kevalidan sangat baik dan dosen (ML) terhadap modul kultur jaringan adalah 95,84% dengan tingkat kevalidan sangat baik. Nilai ini menunjukkan dosen menanggapi baik penggunaan modul kultur jaringan tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.). Dosen memberikan tanggapan yang sangat baik dengan menyatakan bahwa modul yang dikembangkan menarik dan mudah dipahami. Dengan modul ini juga mahasiswa menjadi terbantu karna sebelumnya belum ada modul pada matakuliah kultur jaringan sehingga dengan adanya modul ini mahasiswa lebih mudah dalam memahami dan mengingat materi.

Modul merupakan pembelajaran individual, pengalaman belajar dalam modul disediakan untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran seefektif dan seefisien mungkin, materi disajikan secara logis dan sistematis, memiliki mekanisme untuk mengukur pencapaian tujuan pembelajaran.

Pad Aspek Penyajian dosen (ES) aspek penyajian termasuk dalam kategori sangat baik dengan rata-rata persentase sebesar 91,67%. Aspek penyajian terdiri dari enam kriteria yaitu tampilan halaman *cover* modul menarik; judul modul ditampilkan dengan jelas sehingga dapat menggambarkan isi modul; penempatan tata letak (judul, subjudul, teks, gambar, nomor halaman) modul konsisten; pemilihan jenis huruf, ukuran serta spasi yang digunakan sesuai sehingga mempermudah mahasiswa dalam membaca modul; keberadaan gambar dalam modul dapat menyampaikan isi materi; perpaduan antara gambar dan tulisan dalam modul menarik perhatian. Menurut Kurniawati (2009: 39) *dalam* Harahap

(2017: 64), penyajian mencakup (a) kejelasan tujuan pembelajaran, (b) urutan sajian (keteraturan urutan dalam penguraian sajian) dan (c) memotivasi dan menarik perhatian peserta didik.

Pada aspek bahasa sesuai Tabel 25. dapat dilihat bahwa aspek bahasa memperoleh rata-rata persentase sebesar 93,75%. Pada aspek bahasa ini terdapat enam kriteria yaitu modul menggunakan bahasa sesuai dengan tingkat kedewasaan mahasiswa; modul menggunakan bahasa yang komunikatif; modul menggunakan struktur kalimat yang jelas; modul menggunakan kalimat yang tidak menimbulkan makna ganda; modul menggunakan kalimat yang sederhana dan mudah dipahami mahasiswa; Petunjuk kegiatan-kegiatan dalam modul jelas sehingga mempermudah mahasiswa melakukan semua kegiatan yang ada dalam modul. Pada aspek ini dapat dikatakan bahwa berdasarkan nilai yang diperoleh modul yang dikembangkan oleh Peneliti memuat materi dengan menggunakan bahasa yang sederhana, mudah dipahami dan jelas.

Menurut Prastowo (2014: 249), keterbacaan dalam buku ajar meliputi lima hal sebagai berikut: (1) menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, (2) peristilah mematuhi ejaan yang disempurnakan, (3) kejelasan bahasa yang digunakan, (4) kesesuaian bahasa dan (5) kemudahan untuk dibaca.

Selanjutnya, pada aspek materi dapat diketahui bahwa aspek materi memperoleh rata-rata persentase 91,67 % dengan kategori sangat baik. Pada aspek materi ini terdapat sembilan kriteria yaitu materi yang disajikan dalam modul mencakup Rencana Pelaksanaan Semester (RPS) kultur jaringan; materi yang disajikan dalam modul membantu mahasiswa untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah diisyaratkan dalam capaian pembelajaran; materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan tingkat kemampuan mahasiswa; modul memfasilitasi mahasiswa untuk menggali informasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah; modul mendorong mahasiswa untuk berdiskusi atau bekerjasama dengan orang lain dalam satu kelompok; modul membantu mahasiswa untuk menemukan konsep materi; modul mudah dipahami mahasiswa; modul mudah diimplementasikan pada pembelajaran; masalah-masalah yang diberikan mudah dipahami.

Menurut Prastowo (2014: 248-249), standar materi meliputi: (1) kelengkapan materi, (2) keakuratan konsep, (3) kegiatan yang mendukung materi, (4) kemutakhiran materi, (5) upaya untuk meningkatkan kompetensi peserta didik, (6) pengorganisasian materi mengikuti sistematika keilmuan, (7) materi mengembangkan keterampilan dan kemampuan berfikir dan (8) materi merangsang peserta didik untuk melakukan *inquiry*. Pada aspek materi ini dapat diketahui bahwa dosen menyatakan modul kultur jaringan ini mudah dipahami.

Pada aspek terakhir adalah aspek manfaat, dimana aspek ini mendapatkan persentase sebesar 100% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Pada aspek manfaat ini terdiri dari satu kriteria yaitu modul dapat digunakan sebagai alternative bahan ajar bagi mahasiswa. Berdasarkan uraian tersebut dapat diketahui bahwa secara umum modul memberikan manfaat yang baik bagi mahasiswa.

Berdasarkan Tabel 25. dapat diketahui bahwa rata-rata respon dosen dari dosen ES dan dosen ML terhadap modul kultur jaringan adalah 94,27% dengan tingkat respon sangat baik. Nilai ini menunjukkan dosen menanggapi baik penggunaan modul kultur jaringan pada tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.). Dosen memberikan tanggapan sangat baik dengan menyatakan bahwa modul yang dikembangkan menarik dan mudah dipahami. Dengan modul ini juga mahasiswa terbantu karna sebelumnya belum ada modul pada matakuliah kultur jaringan sehingga dengan hadirnya modul ini mahasiswa lebih mudah dalam memahami dan mengingat materi.

4) Uji Coba Terbatas pada Mahasiswa

Uji coba dilakukan dengan memberikan angket respon agar mahasiswa menilai dan memberikan tanggapan serta saran terhadap modul yang dikembangkan. Penilaian terhadap modul oleh mahasiswa ini terdiri lima aspek yaitu aspek materi, aspek kebahasaan, aspek penyajian, aspek tampilan dan aspek manfaat. Persentase tertinggi hasil uji coba terbatas pada aspek manfaat 98,44% dengan kriteria sangat baik. Hal ini karena diketahui bahwa secara umum modul memberikan manfaat yang baik bagi mahasiswa, dimana mahasiswa menganggap bahwa dengan mempelajari modul ini mereka terbantu dalam belajar kultur

jaringan karena sebelumnya belum ada modul yang memuat materi tentang perbanyakkan tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) secara *in vitro*.

Menurut Prastowo (2014: 210-211) modul berfungsi sebagai bahan ajar mandiri, pengganti fungsi pendidik, sebagai alat evaluasi dan sebagai bahan rujukan bagi peserta didik. Modul merupakan pembelajaran individual, pengalaman belajar dalam modul disediakan untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran seefektif dan seefisien mungkin, materi disajikan secara logis dan sistematis, memiliki mekanisme untuk mengukur pencapaian tujuan pembelajaran.

Aspek materi memperoleh kevalidan 91,41% dengan kategori sangat baik. Pada aspek materi terdapat empat kriteria penilaian yaitu materi yang disajikan mudah dipahami, materi yang disajikan dalam modul sesuai dengan peristiwa kehidupan sehari-hari, materi yang disajikan membantu belajar secara mandiri dan rangkuman dalam modul disajikan secara jelas dan mudah dipahami. Menurut Prastowo (2014: 248-249), standar materi meliputi: (1) kelengkapan materi, (2) keakuratan konsep, (3) kegiatan yang mendukung materi, (4) kemutakhiran materi, (5) upaya untuk meningkatkan kompetensi peserta didik, (6) pengorganisasian materi mengikuti sistematika keilmuan, (7) materi mengembangkan keterampilan dan kemampuan berfikir dan (8) materi merangsang peserta didik untuk melakukan *inquiry*. Pada aspek materi ini dapat diketahui bahwa mahasiswa menyatakan modul kultur jaringan ini mudah dipahami. Mahasiswa merespon sangat baik terhadap modul yang dikembangkan.

Selanjutnya, pada aspek kebahasaan sesuai Tabel 26. dapat dilihat bahwa aspek kebahasaan memperoleh persentase sebesar 92,97% yaitu dengan kategori sangat valid. Pada aspek kebahasaan ini terdapat dua kriteria yaitu kalimat yang digunakan dalam modul dan bahasa yang digunakan komunikatif. Pada aspek ini dapat dikatakan bahwa berdasarkan nilai yang diperoleh modul yang dikembangkan oleh Peneliti memuat materi dengan menggunakan bahasa yang sederhana, mudah dipahami dan jelas. Menurut Prastowo (2014: 249), keterbacaan dalam buku ajar meliputi lima hal sebagai berikut: (1) menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, (2) peristilah mematuhi ejaan yang

disempurnakan, (3) kejelasan bahasa yang digunakan, (4) kesesuaian bahasa dan (5) kemudahan untuk dibaca.

Kemudian pada aspek penyajian juga termasuk dalam kategori sangat baik dengan persentase sebesar 90,63%. Aspek penyajian terdiri dari empat kriteria yaitu penyajian materi menuntun untuk menggali informasi, penyajian materi disampaikan secara urut; sederhana dan sistematis, memuat fitur tambahan materi dan penyajian tabel; glosarium dan daftar pustaka harus jelas. Menurut Kurniawati (2009: 39) dalam Harahap (2017: 64), penyajian mencakup (a) kejelasan tujuan pembelajaran, (b) urutan sajian (keteraturan urutan dalam penguraian sajian) dan (c) memotivasi dan menarik perhatian peserta didik. Berdasarkan tabel 20. dapat dilihat bahwa mahasiswa memberi respon positif, dimana mahasiswa menyatakan modul telah menyajikan materi secara urut, sederhana dan sistematis.

Kemudian pada aspek tampilan juga termasuk dalam kategori sangat baik dengan persentase nilai 88,54%. Pada aspek tampilan terdiri dari tiga kriteria yaitu sampul dengan gambar menarik, gambar jelas dan berwarna menarik dan keterangan gambar sesuai dengan gambar yang dijelaskan. Berdasarkan komentar/saran dari mahasiswa tentang sampul dan gambar sebagian besar menyukai tampilan dan warna modul kultur jaringan. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa aspek tampilan dalam modul yang dikembangkan sudah terpenuhi karena tampilan modul yang menarik dan disertai gambar yang berkualitas. Pernyataan ini didukung dengan hasil analisis angket yang menunjukkan bahwa tata letak dalam modul menarik memiliki rata-rata persentase tinggi.

Selanjutnya pada aspek terakhir adalah aspek manfaat, dimana aspek ini juga mendapatkan persentase sebesar 98,44% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan dapat bermanfaat sebagai sumber alternatif bahan ajar untuk menambah wawasan mahasiswa. Modul yang baik adalah modul yang dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa tanpa kehadiran pendidik. Modul yang dikembangkan ini memuat berbagai fitur yang dapat

memudahkan mahasiswa untuk menggunakan modul tanpa bimbingan dosen dan digunakan sebagai sumber belajar mandiri.

Berdasarkan Tabel 26. dapat diketahui bahwa secara umum modul memberikan manfaat yang baik bagi mahasiswa. Dimana mahasiswa menganggap bahwa dengan mempelajari modul ini mereka terbantu dalam belajar kultur jaringan karena sebelumnya belum ada modul yang memuat materi tentang perbanyakan tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) secara *in vitro*. Produk ini juga memuat langkah-langkah dan hasil dalam melakukan perbanyakan anggrek bulan secara *in-vitro* serta langkah-langkah dalam pembuatannya. Menurut prastowo (2015: 142) modul yang baik memiliki petunjuk pembelajaran, latihan-latihan dan lembar kerja serta evaluasi mengenai materi materi yang telah disajikan didalam modul. Selain itu terdapat latihan dan evaluasi yang mencakup semua materi dalam modul untuk memudahkan mahasiswa mengetahui kemampuannya setelah mempelajari materi dalam modul. Pada aspek manfaat ini terdiri dari satu kriteria yaitu modul berpengaruh terhadap kepribadian peserta didik.

Berdasarkan Tabel 26. dapat diketahui bahwa rata-rata respon mahasiswa terhadap modul kultur jaringan adalah sangat baik dengan persentase 92,40%. Nilai menunjukkan mahasiswa menanggapi baik penggunaan modul ini karena diketahui bahwa secara umum modul memberikan manfaat yang baik bagi mahasiswa, dimana mahasiswa menganggap bahwa dengan mempelajari modul ini mereka terbantu dalam belajar kultur jaringan karena sebelumnya belum ada modul yang memuat materi tentang perbanyakan tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) secara *in vitro*.

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil validasi dengan ahli materi, ahli pembelajaran, analisis hasil respon dosen dan uji coba terbatas mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UIR yang telah mengambil mata kuliah kultur jaringan dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran kultur jaringan perbanyakan eksplan tunas anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) dengan hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) yang dikembangkan peneliti sudah sangat

valid juga mendapatkan tanggapan sangat baik sehingga dapat digunakan sebagai alternative bahan ajar.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Harahap, Nurhasanah (2017) yang berjudul “Pengembangan Modul Mata Kuliah Tanaman Obat Pada Materi Budidaya Tanaman Obat Keluarga di Program Studi Biologi FKIP Universitas Islam Riau, Dari hasil peneltian dapat disimpulkan bahwa modul tanaman obat yang dikembangkan mendapatkan tanggapan sangat valid digunakan dalam proses pembelajaran. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata respon peserta didik dengan rata-rata persentasi 92,07% (Sngat Valid).

Kemudian penelitian Safarillah yang berjudul “Pengembangan Modul Mata Kuliah Tanaman Obat Pada Materi Budiday Tanaman Obat pada Materi Bekam di Program Studi Biologi FKIP Universitas Islam Riau, Dari hasil peneltian dapat disimpulkan bahwa modul tanaman obat yang dikembangkan mendapatkan tanggapan sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran. Hal ini berdasarkan rata-rata persentase hasil validasi ahli pembelajaran sebesar 98,30%, ahli materi 89,20% dan rata-rata respon mahasiswa sebesar 91,79% yang menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan sangat layak digunakan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

5.1.1 Kesimpulan Tahap I Kultur Jaringan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) tidak berpengaruh nyata atau nonsignifikan terhadap eksplan yang hidup.
2. Pemberian hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) berpengaruh nyata atau signifikan terhadap persentase eksplan membentuk tunas.
3. Pemberian hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) berpengaruh nyata atau signifikan terhadap jumlah eksplan membentuk tunas.
4. Pemberian hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) berpengaruh nyata atau signifikan terhadap persentase eksplan membentuk daun.
5. Pemberian hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) berpengaruh nyata atau signifikan terhadap jumlah eksplan membentuk daun
6. Pemberian hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) berpengaruh nyata atau signifikan terhadap persentase eksplan membentuk akar.
7. Pemberian hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) berpengaruh nyata atau signifikan terhadap jumlah eksplan membentuk akar.

5.1.2 Kesimpulan Tahap II Pengembangan Modul

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa :

1. Produk bahan ajar berupa modul kultur jaringan telah berhasil disusun. Proses pengembangan bahan ajar berupa modul kultur jaringan hanya terdiri tiga tahap dari lima tahapan (ADDIE), yaitu meliputi tahap: Analisis (*Analyze*), Desain (*Design*), dan Pengembangan (*Development*), karena keterbatasan waktu dan biaya
2. Bahan ajar berupa modul sangat valid berdasarkan kriteria kevalidan menurut penilaian validator. Berdasarkan hasil validasi ahli materi 86,26% (sangat valid) dan ahli pembelajaran 87,74% (sangat valid).

3. Bahan ajar berupa modul kultur jaringan mendapat tanggapan sangat baik dari dosen dengan rata-rata 94,27% (sangat baik) dan mendapat tanggapan sangat baik dari respon mahasiswa dengan rata-rata 92,40% (sangat baik).
4. Setelah melakukan validasi dan uji coba terbatas maka pengembangan bahan ajar berupa modul kultur jaringan sangat valid untuk digunakan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan kombinasi beberapa hormon untuk melihat besar pengaruh terhadap eksplan yang dikulturkan.
2. Penelitian sebaiknya dilakukan dengan waktu pengamatan yang lebih lama agar parameter pengamatan yang ingin diamati dapat tercapai dan memberikan hasil yang lebih maksimal.
3. Pada pengembangan bahan ajar kultur jaringan perlu penelitian lanjutan untuk menguji keefektifan dengan melanjutkan penelitian ke tahap selanjutnya (*implementation* dan *evaluation*).
4. Bahan ajar berupa modul kultur jaringan yang dikembangkan dalam penelitian ini disarankan untuk digunakan dalam perkuliahan Kultur jaringan khususnya pada pembahasan teknik kultur jaringan.
5. Bahan ajar berupa modul kultur jaringan yang telah dikembangkan dapat digunakan sebagai alternatif acuan pengembangan modul pada materi perkuliahan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset.
- Amaliah, R. 2016. *Pengaruh Berbagai Konsentrasi NAA Dan BAP Terhadap Pertumbuhan Rumput Gajah Mini (Pennisetum purpureum cv. Mott) Secara In Vitro*. Skripsi Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin: Makasar.
- Amri, S., & Ahmadi, K, I. 2010. *Konstruksi Pengembangan Pembelajaran*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Andaryani,S. 2010. *Kajian Penggunaan Berbagai Konsentrasi BAP DAN 2,4-D Terhadap Induksi Kalus Jarak Pagar (Jatropha Curcas .L) Secara In Vitro*. Skripsi Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Diakses 3 Maret 2018.
- Anggraini, T.N., F. Rohman, dan A. Gofur. 2014. *Pengaruh Tumbuhan Akar Wangi (Chrysopogon zizanioides L.) terhadap Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan Pengembangannya untuk Bahan Ajar Pada Matakuliah Pengetahuan Lingkungan di Perguruan Tinggi*. Prosiding Seminar Nasional Biologi. Universitas Negeri Malang: Malang.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta.
- Deslyanti. 2016. *Respon Pertumbuhan Anggrek Dendrobium Aridang Blue Terhadap Pemberian IAA (Indole Acetid Acid) dan Kinetin Secara In-vitro* . Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau: Pekanbaru.
- Gunawan, L, W. 1989. *Budidaya Anggrek*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Gunawan, L, W. 1995. *Teknik Kultur In Vitro dalam Hortikultura*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Harahap, N.2017. *Pengembangan Modul Matakuliah Tanaman Obat Pada Materi Budidaya Tanaman Obat Keluarga di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Islam Riau*. Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Riau: Pekanbaru.
- Hardi, N Arief. 2016. *Respon Pertumbuhan Eksplan Anggrek Bulan (Phalaenopsis Amabilis L) Terhadap Pemberian Naphtalene Acetic Acid (NAA) dan Air Kelapa Secara In Vitro*. Proposal Tesis Program Magister (S2) Agronomi Universitas Islam Riau.

- Hendaryono, D. P. S., & A. Wijayani. 2004. *Teknik Kultur Jaringan, Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakkan Secara Vegetatif – Modern*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Henuhili, Victoria. 2013. *Kultur Jaringan Tanaman*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Imas, K. dan Berlin, S. 2014. *Panduan Membuat Bahan Ajar (Buku Teks Pelajaran) Sesuai dengan Kurikulum 2013*. Surabaya: Kata Pena.
- Intias, S. 2012. *Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi 2,4 D DAN BAP Terhadap Pembentukan Kalus Purwoceng (Pimpinella Pruatjan) Secara In Vitro*. Skripsi Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Diakses 3 Maret 2018.
- Kemendikbud. 2014. *Pembelajaran Biologi Melalui Pendekatan Saintifik*. Jakarta: Kemendikbud.
- Lisa. 2008. *Kiat Sukses Memelihara Anggrek*. Jakarta: Nobel Edumedia.
- Mahadi, i, dkk. 2015. *Kultur Jaringan Jeruk Kasturi (Curus Microcarpa) Dengan Menggunakan Hormon Kinetin Dan Naftalena Acetyl Acid (Naa)*. Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Islam Riau. (Diakses Pada Tanggal 18 April 2018).
- Mardinata, Zulias. 2013. *Mengolah Data Penelitian Menggunakan Program SAS*. Jakarta; PT Bumi Aksara.
- Molenda, M. 2003. *In Search Of The Elusive ADDIE Model*. Indiana University; India. (Diakses pada tanggal 10 Agustus 2017).
- Muliati, Tengku, N, & Nurbaiti. 2017. *Pengaruh NAA, BAP Dan Kombinasinya Pada Media MS Terhadap Perkembangan Eksplan Sansevieria macrophylla Secara In-Vitro*. Jom Faperta. Vol 4. No. 1. Diakses pada 20 April 2018.
- Nasution. 2013. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar & Mengajar*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Nisa, Syakrina (2012). *Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa Berbasis Masalah Pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Untuk Siswa Kelas VIII Smp S1 Thesis*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Noviantia, R.A. 2016. *Kajian Ketahanan Planlet Anggrek Bulan (Phalaenopsis amabilis (L.) Bl.) Hasil Seleksi dengan Asam Salisilat terhadap Fusarium oxysporium Secara In Vitro*. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika

- dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Diakses, 5 Oktober 2017.
- Nugroho, Arianto & Heru, Sugito. 1996. *Pedoman Pelaksanaan Teknik Kultur Jaringan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nurjaya, I, G, M., Astarini, I, A., Cerianingsih, W, M. *Pengaruh Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh Indole-3Butyric Acid (IBA) Dan Benzyl Amino Purin (BAP) Pada Kultur In Vitro Tunas Aksilar Anggur (Vitis vinifera L.) Varietas Prabu Bestari Dan Jestro AG 86*. Jurnal Metamorfosa II (1): 1-8 (2015). Diakses 10 Maret 2018.
- Parnata, A, S. 2005. *Panduan Budidaya & Perawatan Angrek*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Aja Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press.
- Prastowo, A. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Tematik*. Jogjakarta: Kencana.
- Purwanto, Ngalim, M. 2010. *Prinsip-Prinsip Dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT Rosdakarya.
- Ristekdikti. 2017. *Panduan Penyusunan Perangkat Pembelajaran dan Bahan Ajar*. Belmawa Kemenristekdikti. Diperoleh dari: //Ip3.um.ac.id/download php?file=33_Panduan_Perangkat_Bahan_Ajar.pdf. Diakses pada tanggal 4 Januari 2018.
- Rukmana, R. 2000. *Budi Daya Angrek Bulan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Salisbury, F, B & Cleon, W.R. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Bandung: ITB.
- Sanjaya, W. 2013. *Penelitian Pendidikan Jenis, Metode, dan Prosedur*. Bandung: Penerbit Kencana.
- Setyosari, Punaji. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan & Pengembangan*. Jakarta: Kencana.
- Shinta, D. 2017. *Pengaruh BAP Dan Kinetin Terhadap Pertumbuhan Tunas Pisang Barangan (Musa paradisiaca L.) Secara In Vitro*. Skripsi Jurusan Agroekoteknologi Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu: Bengkulu. Diakses 10 Maret 2018.
- Sihombing, D, N, S. 2015. *Mikropropagasi Tanaman Nanas Bogor (Ananas comusus (L) Merr) Secara In-Vitro*. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau: Pekanbaru.

- Siska, D, M., Imam, M. & Zulfarina. *Pengaruh Pemberian Hormon IAA dan BAP Terhadap Pertumbuhan Tunas Anggrek Dendrobium Phalaenopsis Fitzg Secara In Vitro*. Diakses, 25 Agustus 2017.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sukiman. 2010. *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Pedagogia.
- Sukmadinata, S, N. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Sulistiawan, 2015. *Penggunaan ZPT BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan Tanaman Lengkeng (Dimocarpus longan) Secara In-Vitro*. Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau: Pekanbaru.
- Utari, W, T. 2015. *Pertumbuhan Protokrom Anggrek Paraphalaenopsis laycockii Dengan Kombinasi BAP dan NAA Pada Kultur Invitro*. Skripsi Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim: Malang. Diakses, 25 Februari 2017.
- Yuliarti, N. 2010. *Kultur Jaringan Tanaman Skala Rumah Tangga*. Yogyakarta: ANDI.
- Yuswanti, Dkk. *Mikropropogasi Anggrek Phalaenopsis dengan Menggunakan Eksplan Tangkai Bunga*. *Agrotrop*, 5 (5): 161-166 (2015). ISSN: 2008-155X. Diakses pada tanggal 26 Oktober 2017.
- Wardani, I, B. 2016. *Pengaruh Kombinasi BAP (6-Benzyl Amino Purine) dan NAA (Naphtalen Acetid Acid) terhadap Induksi Tunas Aksilar Cendana (Santalum album L.)*. Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Wati, L. 2016. *Pengembangan Modul Biologi Berbasis Imtaq pada Materi Pokok Struktur dan Fungsi Organ pada Sistem Pencernaan untuk Siswa Kelas XI SMA/MA*. Skripsi Program Studi Biologi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Islam Riau: Pekanbaru.
- Wena, M. 2012. *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Wetter, L,R dan Constabel, F. 1991. *Metode Kultur Jaringan Tanaman*. Bandung: ITB.

Zulfarina. Imam, M., Siska, D, M., *Pengaruh Pemberian Hormon IAA Dan BAP Terhadap Pertumbuhan Tunas Anggrek Dendrobium phalaenopsis Fitzg secara In Vitro.*

Zulkarnain. 2011. *Kultur Jaringan Tanaman.* Jakarta: Bumi Aksara.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau