

BAB 2

TINJAUAN TEORI

2.1 Tanaman Anggrek (*Orchidaceae*)

Anggrek termasuk famili *Orchidaceae*. Dalam bahasa Yunani, kata “*Orchid*” berasal dari *Orchis* yang berarti *testicle* atau buah zakar. Pada zaman dahulu, anggrek biasa diidentikan dengan keberadaan pria, baik warna, bentuk, bahkan strukturnya. Anggrek juga melambangkan kesuburan dan kejantanan (Parnata, 2005: 4).

Meskipun lambat, taksonomi famili *Orchidaceae* terus berkembang dan berevolusi. Hingga saat ini telah tercatat kurang lebih 25.000 jenis anggrek asli alam yang tersebar di seluruh dunia. Daftar tersebut diperkirakan akan terus bertambah dengan ditemukannya jenis-jenis yang selama ini masih tersembunyi di hutan belantar. Hal yang menakjubkan adalah bahwa belantara Indonesia diperkirakan menyimpan sekitar 5000 jenis anggrek alam asli yang tersebar dan tersembunyi di hutan-hutan perawan Kalimantan, Irian, Sulawesi, Sumatera dan lain-lainnya (Lisa, 2008: 2).

Secara umum tanaman anggrek memiliki 4 cara hidup. Berikut ini cara hidup tanaman anggrek (Natasaputra, 2011) *dalam* (Hardi, 2016: 6) :

1. Epifit, hidup menumpang tanpa mengganggu tanaman inang.
2. Terrestrial, hidup dengan media tanah.
3. Saprofit, hidup pada bahan organik.
4. Amubofit, hidup dan mampu bertahan dalam bentuk umbi.

Seperti tanaman lainnya, tanaman anggrek juga terdiri atas akar, batang, daun, bunga dan buah. Menurut Parnata (2005: 17), daun, batang, akar, bunga dan buah anggrek juga memiliki ukuran, bentuk, dan warna yang beranekaragam:

a. Akar

Umumnya, anggrek mempunyai akar yang berbentuk silindris, berdaging lunak, mudah patah, ujung meruncing, licin dan agak lengket. Akar bagian luar berwarna putih, dalam keadaan kering warna keperakan dan hanya ujung akar yang berwarna hijau keunguan. Akar yang baru tumbuh akan menggantikan akar yang

sudah tua, berwarna coklat, dan kering. Akar anggrek mempunyai filamen yang berfungsi sebagai lapisan pelindung sistem saluran akar. Sebagaimana halnya tanaman lain, akar anggrek mempunyai peranan yang sangat penting. Selain berfungsi mengumpulkan, mengambil, dan mengantar makanan ke bagian tubuh yang lain, akar juga berfungsi menguatkan posisi tumbuh di media tanam (Parnata, 2005: 17).

b. Batang

Jika dilihat dari bentuknya, batang anggrek ada yang ramping, gemuk, berdaging sebagian, berdaging seluruhnya, dan gemuk di bagian tertentu. Pangkal batang anggrek juga ada yang berumbi semu dan tidak berumbi semu. Umbi semu umumnya terdapat pada anggrek simpodial dan jika sudah tua akan tampak berkerut (Parnata, 2005: 19).

c. Daun

Bentuk daun anggrek sangat variatif, dari bulat, lonjong, lanset, sampai berbentuk pensil atau menyerupai batang. Tebal dan lebarnya juga variatif, dari tipis, lebar, tebal (berdaging), halus, kaku hingga kasar. Selain itu, daun anggrek juga ada yang bertangkai dan ada pula yang tidak bertangkai (Parnata, 2005: 20).

d. Bunga

Bunga anggrek tersusun dalam bentuk karangan (rangkaian). Dalam satu karangan bunga terdapat satu sampai ratusan kuntum bunga. Beberapa jenis anggrek mempunyai karangan bunga yang letaknya lateral dan beberapa lagi letaknya terminal (Parnata, 2005: 20).

e. Buah dan biji

Buah tumbuh setelah terjadi penyerbukan. Buah anggrek berbentuk kapsul dan di dalamnya terdapat banyak biji. Ukuran biji sangat kecil dan halus seperti tepung (Parnata, 2005: 22).

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

Phalaenopsis berasal dari Yunani, yakni “plaenos” yang berarti “kupu” dan “opsis” yang berarti “melihat”. Dalam taksonomi tumbuhan menurut (Rukmana, 2000: 15) klasifikasi anggrek bulan adalah sebagai berikut:

Divisio : Spermatophyta
Kelas : Monocotyledonae
Ordo : Orchidales
Famili : Orchidaceae
Sub famili : Orchidoide
Genus : Phalaenopsis
Species : *Phalaenopsis amabilis* (L)

Tanaman anggrek *phalaenopsis* cukup dikenal masyarakat kita dan dunia Internasional. Di Indonesia anggrek *phalaenopsis* dikenal dengan sebutan “Anggrek Bulan”. Sementara itu, diluar 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 ilmuan 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 *Phalaenos* (kupu-kupu) dan *opsis* (menyerupai) (Natasaputra, 2011) dalam (Hardi, 2016: 5).

Anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) asli Indonesia terdiri atas banyak jenis atau spesies. Dari 46-60 spesies anggrek bulan di dunia, 22 spesies di antaranya terdapat secara alami di wilayah Indonesia, terutama di habitat hutan. Namun, dengan adanya pemanfaatan hutan menjadi lahan pertanian dan permukiman serta kegiatan pengambilan atau perburuan anggrek dari hutan secara tidak terkendali untuk diperdagangkan, menyebabkan beberapa spesies anggrek bulan terancam punah (Rukmana, 2000: 10).

2.1.2 Morfologi Anggrek Bulan (*Phaleonopsis amabilis* L.)

Phalaenopsis mempunyai tipe pertumbuhan monopodial. Umumnya hidupnya secara epifit. Batangnya kecil sekali. Daunnya yang beberapa jumlahnya dan tumbuh rapat satu sama lain kadang-kadang lebar sekali. Warnanya hijau gelat, mengilap atau berbarik kelabu. Tangkai bunga tumbuh dari sisi di antara

daun-daun, sering bercabang-cabang, dan menggelantung panjang. Bunganya seperti kupu-kupu hinggap (Lisa, 2008: 44).

Susunan tubuh tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) terdiri atas akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Tanaman anggrek bulan bersifat epifit. Akar tanaman anggrek bulan terdiri atas dua macam, yaitu akar lekat dan akar udara. Akar lekat berfungsi melekat dan menahan keseluruhan tanaman agar tetap berada di posisinya. Adapun akar udara berperan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena berkemampuan menyerap unsur hara (Rukmana, 2000: 15).

Batang tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) 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 keunguan, sampai hijau kemerahan-merahan (Rukmana, 2000: 15).

Pertumbuhan tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabili* L.) tergolong dalam tipe *simpodial* (Rukmana, 2000: 15). Pada anggrek *simpodial*, pertumbuhan batang ke atas jika sudah maksimal akan terhenti. Pertumbuhannya akan dilanjutkan oleh pembentukan tunas anakan (tunas adventif) yang tumbuh di samping sebagai cara perbanyakan vegetatif (Parnata, 2005: 19).

Adapun tipe pertumbuhan bunganya adalah *pleurenite* yang berarti karangan bunganya (*inflorescentia*) tumbuh dari pangkal atau samping batang. Bunga tersusun dalam rangkaian yang berbentuk tandan bercabang. Tangkai bunga berukuran panjang antara 15 cm -100 cm. Setiap tangkai bervariasi, yaitu antara 3 – 25 kuntum atau lebih, tergantung pada jenis atau spesiesnya. Ciri khas bunga anggrek bulan adalah memiliki 3 sepal daun bunga (*calyx*), 3 petal daun mahkota bunga (*corolla*), dan 1 putik dan benang sari bersatu (*gynostenium*) (Rukmana, 2000: 16).

Buah berbentuk jorong bergaris-garis, dengan panjang mencapai 10 cm atau lebih. Buah muda tampak segar dan berwarna hijau, namun setelah matang (tua), berubah menjadi kecoklatan dan kering. Bila buah tua dibelah, akan nampak

lapisan menyerupai kapas yang dipenuhi beribu-ribu biji anggrek bulan (Rukmana, 2000: 17).

Phalaenopsis adalah tanaman yang memerlukan banyak air. Hal ini dapat dilihat pada tubuhnya yang sebagian besar terdiri atas daun yang gemuk dan berair (Lisa, 2008: 45).

2.1.3 Persyaratan Tumbuh Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.)

Lingkungan tumbuh yang dapat mempengaruhi regenerasi tanaman meliputi (Gunawan, 1995: 47):

1. Temperatur.
2. Penyinaran: panjang penyinaran, intensitas penyinaran, dan kualitas cahaya.
3. Ukuran wadah kultur.

Untuk dapat tumbuh dan berbunga secara optimal, tanaman anggrek bulan memerlukan persyaratan tumbuh yang berkaitan dengan keadaan iklim dan medium tumbuhnya (Rukmana, 2000: 31).

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. Kondisi tersebut berkaitan dengan cahaya matahari, suhu, angin, dan air.

a. 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 (Parnata, 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-teduh (Rukmana, 2000: 32).

Kualitas cahaya yang digunakan dapat mempengaruhi kemampuan beregenerasi. Penelitian kualitas cahaya menunjukkan bahwa pada kultur tembakau, cahaya biru merangsang pertumbuhan pucuk, sedangkan cahaya merah merangsang pertumbuhan akar (Gunawan, 1995: 48).

b. 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).

c. 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).

d. Suhu

Suhu udara yang ideal berkisar antara 15⁰ C – 35⁰ 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 Kultur Jaringan

2.2.1 Pengertian Kultur Jaringan

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 adalah teknik memperbanyak 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 organ tanaman mampu tumbuh menjadi tanaman yang sempurna bila ditempatkan di lingkungan yang sesuai (Yuliarti, 2010: 1). Selanjutnya Nugroho dan Heru (1996: 3) kultur jaringan berarti membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat sama seperti induknya.

Kultur jaringan tanaman terdiri dari sejumlah teknik untuk menumbuhkan organ, jaringan dan sel tanaman. Jaringan dapat dikulturkan pada agar padat atau dalam medium hara cair. Jika ditanam dalam agar, jaringan akan membentuk kalus, yaitu massa atau sel-sel yang tak tertata (Wetter dan Constabel, 1991: 1).

Kultur jaringan sebenarnya merupakan hasil perkembangan pemikiran dan praktik kultur meristem. Keduanya adalah cara pembiakan vegetatif yang berkenaan dengan pengembangan pertumbuhan sel-sel *meristematik*. Oleh karena itu, kita sering menjumpai istilah kultur meristem dan kultur jaringan untuk menyebut pengertian yang sama. Perbedaan mendasar dari keduanya hanyalah pada jumlah tanaman hasil perbanyakan. Kultur meristem hanya menghasilkan satu atau beberapa tanaman saja, sedangkan kultur jaringan menghasilkan banyak tanaman (secara teoritis tak terbatas) (Lisa, 2008: 51).

2.2.2 Tujuan Kultur Jaringan

Adapun tujuan dari kultur jaringan menurut Henuhili (2013: 3) yaitu;

1. Memperbanyak tanaman, dalam jumlah banyak dengan waktu yang lebih singkat dan mempunyai sifat yang sama dengan induknya (misal : untuk tanaman obat, tanaman yang hampir punah, bunga potong dsb), tanaman yang tidak dapat diperbanyak secara *in-viv*, tanaman varietas unggul, tanaman induk silangan (sifat homozigot, untuk menghasilkan biji untuk pemuliaan tanaman) dan stok kultur tanaman dengan sifat-sifat tertentu (untuk pemuliaan tanaman).

2. Menghasilkan tanaman yang bebas penyakit.
3. Mempermudah pengiriman tanaman (lebih ringkas dalam pengiriman).
Namun kultur jaringan juga memiliki kelemahan yaitu:
 1. Diperlukan biaya awal yang relatif tinggi.
 2. Hanya mampu dilakukan oleh orang-orang tertentu, karena memerlukan keahlian khusus.

Bibit hasil kultur jaringan memerlukan proses aklimatisasi, karena terbiasa dalam kondisi lembap dan aseptik.

2.2.3 Manfaat Teknik Kultur Jaringan (Kultur *In Vitro*)

Adapun manfaat dari kultur jaringan menurut Gunawan (1995: 6) yaitu:

1. Membantu perbanyak vegetatif tanaman dalam rangka penyediaan bibit dari induk superior.
2. Membersihkan bahan tanaman/bibit dari virus yang ada dalam tubuh induk.
3. Membantu program pemuliaan tanaman untuk menghasilkan tanaman yang lebih baik.
4. Membantu proses konservasi dan preservasi plasma nutfah tanaman.
5. Produksi persenyawaan kimia keperluan farmasi dan pewarna untuk industri makanan dan kosmetik di dalam kultur jaringan.

Kultur jaringan sangat menguntungkan karena memiliki sejumlah keunggulan, di antaranya (Yuliarti, 2010: 2):

1. Untuk penggandaan bibit tidak bergantung pada musim.
2. Bibit dapat di produksi dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif cepat (dari satu mata tunas, dalam satu 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.

2.2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Teknik Kultur

Jaringan

Kemampuan internal sel untuk berdiferensiasi disebut *totipotenil*. Ke arah mana sel-sel tanaman dapat diinduksi untuk mengekspresikan totipotensinya, sangat tergantung pada sejumlah variabel termasuk faktor eksplan, komposisi medium, zat pengatur tumbuh, dan stimulus fisik, seperti cahaya, suhu, dan kelembaban (Kharta, 1984) dalam (Zulkarnain, 2011: 89). Sebagai konsekuensinya, keberhasilan teknik kultur jaringan sangat tergantung pada optimasi variabel-variabel tersebut. Setiap variabel dapat berbeda pengaruhnya terhadap setiap organ tanaman tertentu dan berdasarkan tujuan dari pengkulturan (Zulkarnain, 2011: 89)

Teknik kultur akan berhasil dengan baik apabila syarat yang diperlukan telah terpenuhi dengan baik. Syarat-syarat tersebut meliputi pemilihan eksplan sebagai bahan dasar untuk pembentukan kalus, penggunaan medium yang sesuai, keadaan yang aseptik dan pengaturan udara yang baik. Untuk eksplan tanaman yang baik digunakan adalah bagian tanaman yang masih muda yaitu bagian meristemnya.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan yaitu (Yuliarti, 2010: 16):

1. Bentuk regenerasi dalam kultur: pucuk aksilar, pucuk adventif, embrio somatik, pembentukan *protocorm like bodies*, dan lain-lain.
2. Eksplan, adalah bagian tanaman yang dipergunakan sebagai bahan awal untuk perbanyakan tanaman. Faktor eksplan yang paling penting adalah genotif/varietas, umur eksplan, letak pada cabang, dan seks (jantan/betina).
3. Media tumbuh, yang mana di dalam media tumbuh itu terkandung komposisi garam an-organik dan zat pengatur tumbuh.
4. Zat pengatur tumbuh, yang mana faktor yang perlu diperhatikan dalam penggunaan ZPT adalah konsentrasi, urutan penggunaan, dan periode masa induksi dalam kultur tertentu.

Suatu eksplan, yaitu bagian tanaman yang dijadikan bahan inokulum awal tanaman dalam media, akan menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan

tertentu. Arah pertumbuhan dan perkembangan atau regenerasi ditentukan oleh beberapa hal berikut menurut Gunawan (1995: 34):

1. Komposisi media dan zat pengatur tumbuh yang digunakan.
2. Bagian tanaman yang dijadikan eksplan.
3. Lingkungan tumbuhnya.

2.2.5 Berbagai Macam Teknik Kultur Jaringan

Berbagai macam teknik kultur jaringan yang telah dikenal antara lain sebagai berikut (Nugroho dan Heru, 1996: 4):

1. *Meristem culture*, yaitu teknik kultur jaringan dengan menggunakan eksplan (bagian tanaman) dari jaringan muda atau meristem.
2. *Pollen* atau *anther culture*, yaitu teknik kultur jaringan dengan menggunakan eksplan dari serbuk sari atau benang sari.
3. *Protoplast culture*, yaitu teknik kultur jaringan dengan menggunakan eksplan dari protoplasma (sel hidup yang telah dihilangkan dinding selnya).
4. *Chloroplast culture*, yaitu teknik kultur jaringan dengan menggunakan eksplan kloroplas untuk keperluan memperbaiki sifat tanaman dengan membuat varietas baru.
5. *Somatic cross* atau silang protoplasma, yaitu penyilangan dua macam protoplasma menjadi satu kemudian dibudidayakan hingga menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat baru.

2.2.6 Media Kultur Jaringan

Faktor penentu di dalam media tumbuh adalah komposisi garam anorganik, 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).

Untuk mempersiapkan media diperlukan timbangan analitik untuk menimbang dalam jumlah yang sangat kecil (zat pengatur tumbuh, vitamin) dan juga timbangan yang lebih besar (untuk menimbang agar-agar, karbohidrat) (Yuliarti, 2010: 17). Selain dikulturkan pada medium cair, eksplan dapat pula dikulturkan pada matriks padat atau setengah padat. Kontaminan yang berasal dari matriks dapat pula menjadi sumber nutrisi bagi bahan yang dikulturkan.

Kebanyakan kultur statis menggunakan media agar-agar, misalnya Batco Agar atau substitusi agar-agar, seperti Gelrite atau Phytigel, dengan konsentrasi antara 0,6-1,0% w/v. Agar yang tersedia di pasaran untuk keperluan rumah tangga banyak mengandung kontaminan baik organik maupun anorganik. Oleh karena itu, beberapa perusahaan kimia saat ini telah memasarkan agar-agar untuk keperluan kultur *in vitro* (Zulkarnain, 2011: 110).

2.2.7 Hormon dan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Hormon tanaman adalah senyawa organik bukan nutrisi yang aktif dalam jumlah kecil (< 1 mM) yang disintetis pada bagian tertentu, umumnya ditranslokasikan ke bagian lain tanaman di mana senyawa tersebut menghasilkan suatu respon secara biokimia, fisiologis dan morfologis (Santoso, 2004: 90).

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, 1992: 37).

Sejak ditemukan hormon tanaman yang terkenal dengan nama *auxin* dan rumus kimiawinya sehingga memungkinkan untuk menciptakan jenis-jenis hormon tanaman secara sintetis, penelitian yang ada sangkut-pautnya dengan pertumbuhan tanaman dapat dilaksanakan secara luas dan intensif. Berkembang penggunaan *auxin* misalnya sebagai bahan untuk:

- a. Merangsang pertumbuhan biji.
- b. Merangsang perakan setek, cangkokan, dan bagian tanaman lainnya dalam usaha perbanyakan tanaman secara vegetatif.
- c. Merangsang pertumbuhan bibit sambung pucuk (*grafting*).
- d. Merangsang pertumbuhan buah-buahan.
- e. Mengambat pertumbuhan gulma (Rismunandar, 1994: 12-13).

Auksin adalah senyawa yang berfungsi meningkatkan pemanjangan sel, pembelahan sel, dan pembentukan akar adventif. Auksin menghambat pembentukan tunak adventif dan tunak aksilar, namun meningkatkan embriogenesis somatik pada kultur suspensi sel. Konsentrasi auksin yang rendah

akan meningkatkan pembentukan akar adventif, sedangkan auksin konsentrasi tinggi akan merangsang pembentukan kalus dan menekan morfogenesis (Zulkarnain, 2011: 98).

Hormon auksin banyak ditemukan di bagian akar, ujung akar, ujung batang, dan bunga. Fungsi hormon auksin mengatur proses pembesaran sel, dan memacu proses pemanjangan sel di daerah meristem subapikal. Auksin dapat meningkatkan tekanan osmotik, permeabilitas sel, mengurangi tekanan pada dinding sel, meningkatkan plastisitas dan mengembungkan dinding sel, serta meningkatkan difusi masuknya air di dalam sel (Dwiati, 2016: 1).

Auksin yang paling banyak digunakan pada kultur *in vitro* adalah indole-3-acetic acid (IAA), α -naphthalenetic acid (α -NAA), dan 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). Jenis-jenis auksin lain adalah 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T), indole-3-butyric acid (IBA), dan *p*-chlorophenoxyacetic acid (4-CPA) (Zulkarnain, 2011: 98).

Sitokinin adalah senyawa yang dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan tanaman serta mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Senyawa tersebut meningkatkan pembelahan sel, poliferasi pucuk, morfogenesis pucuk, mengontrol perkecambahan biji, mempengaruhi absisi daun dan transfor auksin, memungkinkan bekerjanya giberelin dengan menghilangkan penghambat tumbuh, serta menunda penuaan. Konsentrasi sitokinin yang terbatas akan menyebabkan pembelahan sel terhambat. Sedangkan kandungan sitokinin yang menandai dalam media kultur maka pembelahan sel akan berlangsung secara sinkron. Sitokinin yang paling banyak digunakan adalah kinetin, benziladenin (BA dan BAP) dan zeatin (Zulkarnain, 2011: 99).

Pada sekitar tahun 1913, Gottlieb Haberlandt di Austria menemuka suatu senyawa tak dikenal yang memacu pembelahan sel yang menghasilkan kambium-gabs dan memulihkan luka pada umbi kentang yang terpotong. Senyawa tersebut terdapat di jaringan pembuluh berbagai jenis tumbuhan. Temuan ini tampaknya merupakan ungkapan pertama tentang senyawa yang dikandung tumbuhan, yang sekarang dinamakan senyawa sitokinin, yang memacu sitokinesis (Salisbury & Cleon, 1992: 64).

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).

Fungsi sitokinin bagi pertumbuhan tanaman (Dwiati, 2016: 6):

1. Memacu pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan merangsang proses pembelahan dan pembesaran sel.
2. Memacu pertumbuhan tunas-tunas baru.
3. Menaikan tingkat mobilitas unsur-unsur dalam tumbuhan.
4. Sintesis pembentukan protein akan meningkat dengan pemberian hormon sitokinin.

Zat pengatur tumbuh (ZPT) adalah senyawa organik bukan nutrisi yang dalam konsentrasi rendah ($< 1 \text{ mM}$) mampu mendorong, menghambat atau secara kualitatif mengubah pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Santoso, 2004: 90). Zat pengatur tumbuh memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan kultur. Faktor yang perlu mendapat perhatian dalam menggunakan zat pengatur tumbuh antara lain jenis zat pengatur tumbuh yang akan digunakan, konsentrasi urutan penggunaan, dan periode masa induksi dalam kultur tertentu (Gunawan, 1995: 43).

Zat pengatur tumbuh sitokinin berperan dalam pembelahan sel dan morfogenesis, sedang auksin berperan dalam mengatur pertumbuhan dan pemanjangan sel. Pemanjangan sel, pembelahan sel, morfogenesis dan pengaturan pertumbuhan merupakan proses yang sangat penting dalam pembentukan kalus dan selanjutnya diikuti pembentukan tunas (Maryani dan Zamroni, 2005 : 51-55). Hal ini menunjukkan bahwa sitokinin (termasuk Kinetin) dan auksin (termasuk IBA) berperan dalam menginduksi tunas dan menginduksi perakaran.

Indole Butirat Acid (IBA) adalah hormon pengakaran yang biasa digunakan oleh para pemulia. *Indole Butirat Acid* (IBA) dihasilkan secara alami pada tanaman dan juga dapat dibuat secara sintetik. *Indole Butirat Acid* (IBA)

lebih stabil daripada NAA dan lebih disukai untuk induksi pengakaran pada kultur jaringan (Kyte and Kleyn, 1996) dalam (Widyarso, 2010). *Indole Butirat Acid* (IBA) lebih lazim digunakan untuk memacu perakaran dibandingkan NAA ataupun auksin lainnya. *Indole Butirat Acid*(IBA) bersifat lebih aktif, sekalipun cepat dimetabolismekan menjadi *Indole Butirat Acid* (IBA) aspartat dan sekurangnya menjadi satu konjugat dengan peptide lain (Salisbury dan Ross, 1995) dalam (Widyarso, 2010).

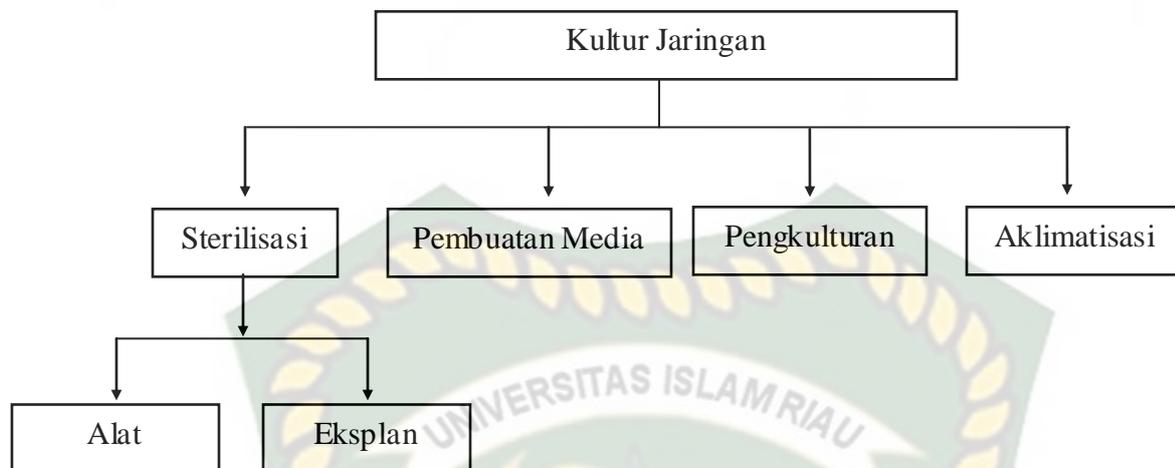
2.2.8 Eksplan Akar Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.)

Akar anggrek *Phalaenopsis* berfungsi untuk berpegang pada media tempat tumbuh (sebagai jangkar). Media tersebut bisa berupa tanaman inang, kayu atau bebatuan. Selain itu, akar anggrek *Phalaenopsis* berfungsi sebagai penyerap air dan makanan. Bentuk akar *Phalaenopsis* pejal, sedikit berambut dan bentuknya bulat agak pipih. Akar anggrek yang mempunyai cara tumbuh epifit umumnya dibedakan menjadi dua, yaitu akar lekat dan akar udara. Akar lekat (substrat atau jangkar) berfungsi untuk berpegang atau sebagai jangkar pada media, agar tanaman tetap pada posisinya. Akar udara cenderung tumbuh kesegala arah (Natasaputra, 2011) dalam (Hardi, 2016: 7).

2.2.9 Perbanyak Tanaman dengan Teknik Kultur Jaringan

Kultur jaringan adalah teknik perbanyak tanaman dengan memperbanyak jaringan mikro tanaman yang ditumbuhkan secara invitro menjadi tanaman yang sempurna dalam jumlah yang tidak terbatas. Tujuan dari penggunaan teknik kultur jaringan adalah memperbanyak tanaman dengan waktu yang lebih singkat (Yuliarti, 2012: 1-2).

Di bawah ini adalah bagan dan tahapan yang dilakukan dalam perbanyak tanaman dengan teknik kultur jaringan yaitu:



Gambar 1. Langkah-langkah Eksperimen Penelitian Kultur Jaringan

a. Sterilisasi

Sterilisasi adalah bahwa segala kegiatan dalam kultur jaringan harus dilakukan di tempat yang steril, yaitu di *laminar flow* dan menggunakan alat-alat yang juga steril. Sterilisasi juga dilakukan terhadap peralatan, yaitu menggunakan etanol yang disemprotkan secara merata pada peralatan yang digunakan. Teknisi yang melakukan kultur jaringan juga harus steril.

Dari semua sumber kontaminasi, yang paling sulit diatasi adalah yang berasal dari eksplan. Oleh karena itu, dalam memilih suatu metode sterilisasi haruslah selektif, kita hanya mengeliminasi jamur atau bakteri yang tidak diinginkan dengan gangguan seminimal mungkin terhadap bahan eksplan. Pada prinsipnya sukar untuk menentukan suatu metode baku yang berlaku untuk semua jenis tanaman dan semua bagian tanaman. Secara garis besar ada ketentuan umum, namun secara spesifik metode sterilisasi yang paling tepat akan diperoleh dari *trial and error*. Cara penanganan bagian tanaman yang lunak akan sangat berbeda dengan tanaman yang keras, ataupun biji yang memiliki kulit yang keras (Zulkarnain, 2011:93).

b. Pembuatan Media

Mata rantai pertama dalam pelaksanaan kultur jaringan 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 cokelat-hitam) yang keluar akibat pelukaan jaringan pada jenis-jenis tanaman tertentu. Gula, asam amino, dan vitamin ditambahkan karena eksplan yang ditanam tidak lagi sepenuhnya hidup secara autotrop (autotrop artinya hidup dari bahan-bahan anorganik yang diambil dari alam). Dalam kultur jaringan, segmen tanaman hidup secara heterotrop (mendapat suplai bahan organik) (Gunawan, 1995: 50).

c. Penanaman Kultur

Pekerjaan aseptik dilakukan di dalam *laminar air flow cabinet*. Alat ini dipergunakan dalam pekerjaan persiapan bahan tanaman, penanam, dan pemindahan tanaman dari satu botol ke botol yang lain dalam kultur *in vitro*. Alat ini disebut *laminar air flow cabinet* karena meniupkan udara steril secara kontinu melewati tempat kerja. Dengan demikian, tempat kerja bebas dari debu dan spora-spora yang mungkin jatuh ke dalam media pada saat pelaksanaan penanaman (Gunawan, 1994: 63). Selanjutnya Nugroho & Heru (1996: 46) menyatakan bahwa penanaman eksplan ke dalam botol kultur atau penanaman ulang eksplan pada media dengan jenis yang sama atau tahap pertumbuhan selanjutnya.

e. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah memindahkan eksplan keluar dari ruangan aseptik ke bedeng. Pemindahan harus dilakukan dengan hati-hati. Setelah ditanam di bedeng maka diberi sungkup untuk melindungi bibit dari udara luar dan serangan hama penyakit. Bibit hasil kultur jaringan sangat rentan terhadap serangan hama penyakit dan udara luar. Setelah mampu beradaptasi dengan lingkungan yang baru, maka barulah sungkup dilepaskan dan pemeliharaan bibit dilakukan dengan cara yang sama dengan pemeliharaan bibit generatif (Yuliarti, 2010: 63).

Kultur jaringan selesai pada saat terbentuk planlet (tanaman kecil) yang mempunyai pucuk pada ujung yang satu dan akar yang berfungsi pada ujung

lainnya. Selanjutnya adalah pemindahan planlet ke tanah. Masa ini merupakan masa yang kritis dalam rangkaian perbanyakan tanaman. Planlet harus menyesuaikan diri dari kondisi heterotrof menjadi autotrof (Gunawan, 1995: 75).

2.2.10 Masalah dalam Kultur Jaringan

Dalam kegiatan kultur jaringan, tidak sedikit masalah yang dapat terjadi yang menyebabkan kegagalan dalam kultur jaringan. Permasalahan yang dihadapi biasanya adayang dapat diprediksi sebelumnya dan ada yang sulit diprediksi. Masalah yang biasa timbul dalam kegiatan kultur jaringan adalah:

a. Kontaminasi

Kontaminasi adalah gangguan yang sangat umum terjadi dalam kegiatan kultur jaringan. Munculnya gangguan ini bisa dipahami sebagai konsekuensi yang wajar atas penggunaan media yang diperkaya. Fenomena kontaminasi sangat beragam, dapat dilihat dari jenis kontaminasinya (bakteri, jamur, virus, dll) (Yuliarti, 2010: 11).

b. Browning

Pencoklatan (*browning*) adalah sesuatu keadaan dimana muncul warna coklat atau hitam yang menyebabkan tidak terjadinya pertumbuhan dan perkembangan pada eksplan. Peristiwa pencoklatan sesungguhnya merupakan peristiwa alami yang biasa terjadi. Pencoklatan umumnya merupakan tanda akan adanya kemunduran fisiologi eksplan. Tidak jarang kondisi itu diakhiri dengan kematian eksplan (Yuliarti, 2010: 12).

c. Vitrifikasi

Virtifikasi 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 turgescen.
5. Daunnya tidak memiliki jaringan pallsade.

(Yuliarti, 2010: 12).

d. Nekrosis

Selain vertifikasi (hiperhidrisitas), nekrosis merupakan salah satu masalah utama pada kultur jaringan. Salisbury dan Ross (1992) dalam (Zulkarnain, 2011: 163) menyatakan bahwa nekrosis dicirikan oleh matinya jaringan pada tepi daun dan pucuk. Gejala awal dari fenomena ini adalah terjadinya nekrosis berwarna coklat pucat yang berkembang pada ujung dan tepi daun muda sebelum terjadi nekrosis yang lebih merata pada keseluruhan meristem yang pada akhirnya berwarna hitam dan mati (Zulkarnain, 2011: 163).

e. Pertumbuhan dan perkembangan

Problem utama berkaitan dengan proses pertumbuhan adalah bila eksplan yang ditanam mengalami stagnasi, mulai dari tanam hingga kurun waktu tertentu tidak mati namun juga tidak tumbuh. Untuk menghindari kondisi itu maka dilakukan upaya preventif dengan tidak memakai bahan tanam yang tidak juvenil atau tidak meristematik mengingat awal pertumbuhan eksplan dimulai dari sel-sel tua yang muda kembali.

f. Praperlakuan

Masalah yang terjadi pada kegiatan invitro bukan hanya pada 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.

g. 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 satu dengan tanaman yang lain pun berbeda.

2.3 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, 2008: 164-165).

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

- a. 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.
- b. Berbagai macam strategi pembelajaran berbagai bidang studi bersama langkah-langkah atau tahapan pembelajaran, untuk perbaikan proses dan hasil belajar.
- c. Paket-paket pembelajaran yang dapat dipelajari oleh peserta didik secara mandiri, seperti modul pembelajaran, atau pengajaran berprogram.
- d. Desain sistem pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan kurikulum.
- e. Berbagai jenis metode dan prosedur pembelajaran yang sesuai dengan tujuan dan isi/materi pembelajaran.
- f. Sistem perencanaan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik ataupun sesuai dengan tuntutan kurikulum.
- g. Sistem evaluasi baik proses maupun evaluasi hasil untuk pengambilan keputusan yang berhubungan dengan penentuan kualitas pembelajaran atau pencapaian target kurikulum.
- h. Prosedur penggunaan fasilitas-fasilitas pendidik seperti laboratorium *microteaching* termasuk prosedur penyelenggaraan praktik mengajar dan lain sebagainya.

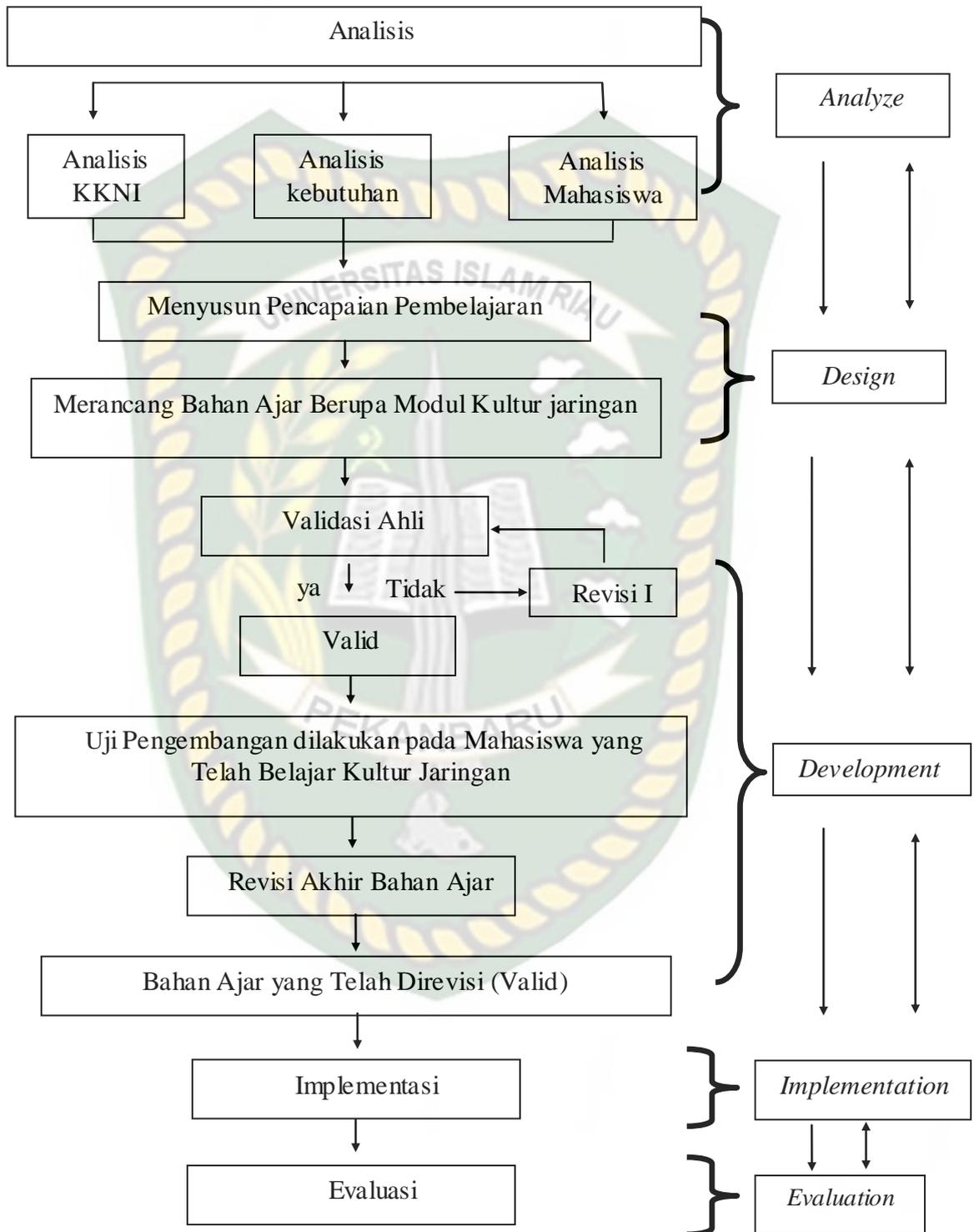
Merancang suatu pembelajaran yang baik tidak terlepas dari pendekatan yang akan digunakan tersebut diharapkan mampu menarik perhatian peserta didik sehingga peserta didik menjadi lebih focus akan pelajaran. Hal tersebut dapat

mempermudah bagi peserta didik dan pendidik untuk mencapai tujuan pembelajaran.

2.3.1 Model Perancangan Pengembangan

Merancang suatu pembelajaran yang baik tidak lepas dari pendekatan yang akan digunakan tersebut diharapkan mampu menarik perhatian siswa sehingga siswa menjadi lebih fokus akan pelajaran. Hal tersebut dapat mempermudah bagi siswa dan guru untuk mencapai tujuan pembelajaran. 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 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 2: Langkah-langkah ADDIE (Analisis Sampai Tahap Evaluation)

Adapun uraian dari tahapan ADDIE Modifikasi Peneliti dari Harahap 2017 tersebut adalah sebagai berikut:

2.3.1.1 Analysis (Analisis)

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

2.3.1.2 Design (Perancangan)

Pada konteks pengembangan modul, tahap ini dilakukan untuk membuat rumusan capaian pembelajaran, strategi sesuai dengan kerangka isi hasil analisis Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) dan materi. Di samping itu, perlu juga dipertimbangkan sumber-sumber pendukung lain seperti sumber belajar yang sesuai dan sebagainya.

2.3.1.3 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.

2.3.1.4 Implementation (Implementasi/ penerapan)

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

2.3.1.5 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 kevalidan modul yang telah diterapkan, jika terdapat kekeliruan dapat dilakukan tahap revisi atau rancangan tersebut.

2.4 Bahan Ajar

Bahan ajar adalah segala bentuk bahan berupa perangkat materi yang disusun secara sistematis yang digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran dan memungkinkan peserta didik untuk belajar (Depdiknas, 2008: 27).

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).

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 (Amri, 2010: 159-160) :

- a. 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.
- b. Membantu peserta didik dalam memperoleh alternatif bahan ajar disamping buku-buku teks yang terkaang sulit diperoleh.
- c. Memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran.

Manfaat bagi guru :

- 1) Diperoleh bahan ajar yang sesuai tuntutan Kurikulum dan sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik.
- 2) Tidak lagi tergantung kepada buku teks yang terkadang sulit untuk diperoleh.

- 3) Memperkaya karena dikebembangkan dengan menggunakan berbagai referensi.
- 4) Manambah khasanah pengetahuan dan pengalaman guru dalam menulis bahan ajar.
- 5) Membangun komunikasi pembelajaran yang efektif antara guru dengan peserta didik karena peserta didik akan merasa lebih percaya kepada gurunya.
- 6) Menambah angka kredit jika dikumpulkan menjadi buku dan diterbitkan.

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 (Amri, 2010 : 160).

Fungsi bahan ajar bagi peserta didik, antara lain menurut Prastowo (2014 : 140):

- a. Peserta didik dapat belajar tanpa harus ada pendidik atau teman peserta didik lain.
- b. Peserta didik dapat belajar kapan saja dan dimana saja ia kehendaki.
- c. Peserta didik dapat belajar sesuai kecepatannya masing-masing.
- d. Peserta didik dapat belajar menurut urutan yang dipilihnya sendiri.
- e. Membantu potensi peserta didik dapat belajar untuk menjadi pelajar yang mandiri.
- f. Sebagai pedoman bagi peserta didik yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran dan merupakan substansi kompetensi yang seharusnya dipelajari atau dikuasai.

Jenis bahan ajar disesuaikan dulu dengan kurikulumnya dan setelah itu dibuat rancangan pembelajaran, seperti contoh dibawah ini menurut Amri (2010 : 161),:

- a. Bahan ajar pandang (visual) terdiri atas bahan cetak (printed) seperti antara lain handout, buku, odul, 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 Instruction* (CAI), *compact disk* (CD) multimedia pembelajaran interaktif, dan bahan ajar berbasis web (*web based learning materials*).

Teknik penyusunan bahan ajar harus disesuaikan dengan kurikulum dasarnya, seperti dibawah ini (Amri, 2010: 161),:

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

2.4.1 Pengertian Modul

Modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta pembelajaran. Modul disebut juga media untuk belajar mandiri karena di dalamnya telah dilengkapi petunjuk untuk belajar sendiri. Artinya, pembaca dapat melakukan kegiatan belajar tanpa kehadiran pengajar secara langsung (Ditjen PMPTK, 2008: 3).

Menurut Buku Pedoman Umum Pengembangan Bahan Ajar dalam Prastowo (2011: 104), modul merupakan sebuah bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan menggunakan bahasas yang mudah dipahami oleh sisiwa sesuai dengan tingkat pengetahuan dan usianya agar mereka dapat belajar sendiri (mandiri) dengan bantua atau bimbingan yang minimal dari guru. Modul juga dimaksudkan untuk mempermudah siswa mencapai seperangkat tujuan yang telah ditetapkan (Wena, 2012: 230). 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, 2000: 205).

2.4.2 Fungsi dan Tujuan Modul

Penggunaan modul sering dikaitkan dengan aktivitas pembelajaran mandiri (*self-instruction*). Karena fungsinya yang seperti tersebut diatas, maka konsekuensi lain yang harus dipenuhi oleh modul ini ialah adanya kelengkapan

isi; artinya isi atau materi sajian dari suatu modul haruslah secara lengkap terbahas lewat sajian-sajian sehingga dengan begitu para pembaca merasa cukup memahami bidang kajian tertentu dari hasil belajar melalui modul ini (Ditjen PMPTK, 2008: 5).

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

- b. Bahan ajar mandiri, Maksudnya penggunaan modul dalam proses pembelajaran berfungsi meningkatkan kemampuan peserta didik untuk belajar sendiri tanpa tergantung kepada kehadiran pendidik.
- c. Pengganti fungsi pendidik, Maksudnya modul sebagai bahan ajar yang ahrus mampu menjelaskan materi pembelajaran dengan baik dan mudah dipahami oleh peserta didik sesuai dengan tingkat pengetahuan dan usianya, fungsi penjas sesuai itu juga melekat pada pendidik. Maka dari itu, penggunaan modul bisa berfungsi sebagai pengganti fungsi atau peran fasilitator pendidik.
- d. Sebagai alat evaluasi, Maksudnya dengan modul peserta didik dituntut untuk dapat mengukur dan menilai sendiri tingkat penguasaannya terhadap materi yang telah dipelajarinya.
- e. Sebagai bahan ajar rujukan bagi siswa, maksudnya karena modul mengandung berbagai materi yag harus dipelajari oleh siswa, maka modul juga memiliki fungsi sebagi bahan rujukan bagi siswa.

Tujuan dalam penyusunan modul adalah menurut Prastowo (2011: 108-109),:

- a. Agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan pendidik.
 - b. Agar peran pendidik tidak terlalu dominan dan otoriter dalam kegiatan pembelajaran.
 - c. Melatih kejujuran peserta didik.
 - d. Mengakomodasi berbagai tingkat dan kecepatan belajar peserta didik.
- Agar pesert didik mampu mengukur sendiri tingkat penguasaan materi yang telah dipelajari.

2.4.3 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). Modul yang baik mempunyai ciri-ciri sebagai berikut menurut Wena (2012: 232):

- a. Modul merupakan paket pembelajaran yang bersifat *self-instruction*.
- b. Pengakuan adanya perbedaan individual belajar.
- c. Membuat rumusan tujuan pembelajaran secara eksplisit.
- d. Adanya asosiasi, struktur, dan urutan pengetahuan.
- e. Penggunaan berbagai macam media.
- f. Partisipasi aktif dari peserta didik.
- g. Adanya *reinforcement* langsung terhadap respon peserta didik.
- h. 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 menurut Sukiman (2012: 133): *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 dasar yang dipelajari terdapat dalam satu modul yang 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 teknologi. *Kelima, user friendly*. Modul hendaknya juga mudah digunakan oleh peserta didik.

2.4.4 Jenis Modul

Jenis modul dibagi menjadi dua (a) menurut penggunanya dan (b) menurut tujuan penyusunannya. Lebih lanjut dilihat dari penggunanya modul terbagi menjadi dua macam, yaitu modul untuk peserta didik dan modul untuk pendidik. *Pertama*, modul untuk siswa, modul yang ditunjukkan untuk siswa berisi kegiatan belajar yang dilakukan siswa. *Kedua*, modul untuk pendidik, yaitu modul yang

beirisikan petunjuk pendidik, tes akhir modul, dan kunci jawaban tes akhir modul menurut Prastowo (2014: 212),

Jenis modul lainnya, yakni menurut tujuan penyusunnya dibedakan menjadi dua macam, yaitu: modul inti (modul dasar) dan modul penguasaan. 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 penguasaan adalah salah satu bentuk modul yang merupakan hasil dari penyusunan unit-unit program penguasaan yang berasal dari program penguasaan yang bersifat memperluas dan bersifat memperdalam program pendidikan dasar yang bersifat umum tersebut (Vembriarto dalam Prastowo, 2011: 111).

2.4.5 Unsur-unsur Modul

Modul memiliki beberapa unsur yaitu (1) judul, (2) petunjuk belajar (petunjuk peserta didik atau pendidik), (3) materi modul, (4) evaluasi semester (Prastowo, 2014: 214). 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

2.4.6 Langkah-langkah Pembuatan Modul

Dalam menyusun sebuah modul, ada empat tahapan menurut Prastowo (2011: 118) 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).

2.4.7 Prinsip dan Keuntungan Pengajaran Modul Bagi Mahasiswa

Menyusun modul tidaklah gampang. Modul harus disesuaikan dengan minat, perhatian, dan kebutuhan peserta didik. Oleh karena itu penyusun modul perlu memerhatikan prinsip-prinsip penyusunan modul. Diantara prinsip-prinsip tersebut menurut Wijaya, dkk. (1992: 98) dalam Sukiman (2012: 135) adalah sebagai berikut:

1. Modul disusun sebaiknya menurut prosedur pengembangan sistem intruksional (PPSI).
2. Modul disusun hendaknya berdasarkan atas tujuan-tujuan pembelajaran yang jelas dan khusus.
3. Penyusunan modul harus lengkap dan dapat mewujudkan kesatuan bulat antara jenis-jenis kegiatan yang harus ditempuh.
4. Bahasa modul harus menarik dan selalu merangsang peserta didik untuk berpikir.
5. Modul harus memungkinkan pengguna multimedia yang relevan dengan tujuan.
6. Waktu mengerjakan modul sebaiknya berkisar antara 4 sampai dengan 8 jam pelajaran.
7. Modul harus disesuaikan dengan tingkat kemampuan peserta didik, dan modul memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menyelesaikan secara individual.

Modul yang disusun dengan baik dapat memberikan banyak keuntungan bagi pelajar antara lain (Nasution, 2013: 206):

- a. 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.
- b. 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.

2.4.8 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 kevalidan isi, aspek kevalidan penyajian, penilaian bahasa, aspek kevalidan kegrafikaan (Depdiknas, 2008:28).

- a. Kevalidan isi, meliputi kesesuaian materi dengan cakupan materi dan kemampuan yang diharapkan, keakuratan materi, pendukung materi pembelajaran, dan kemutakhiran materi.
- b. Kevalidan penyajian, meliputi teknik penyajian, pendukung penyajian, penyajian pembelajaran, serta kelengkapan penyajian.
- c. Penilaian bahasa, meliputi lugas, komunikatif, dialogis dan interaktif, kesesuaian dengan perkembangan peserta didik, keruntutan dan keterpaduan alur piker, serta penggunaan istilah, symbol atau ikon.
- d. Kevalidan kegrafikan, meliputi ukuran modul, desain kulit modul (*cover*), serta desain isi modul.

2.4.9 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 (2000: 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 tutor dapat memutuskan dan membantu peserta didik untuk memperbaiki belajarnya serta melakukan remediasi (Depdiknas, 2008).

2.4.10 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 masukan yang dijangkau 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 melakukan 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 penyusunan modul 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.

2.5 Penelitian Relevan

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

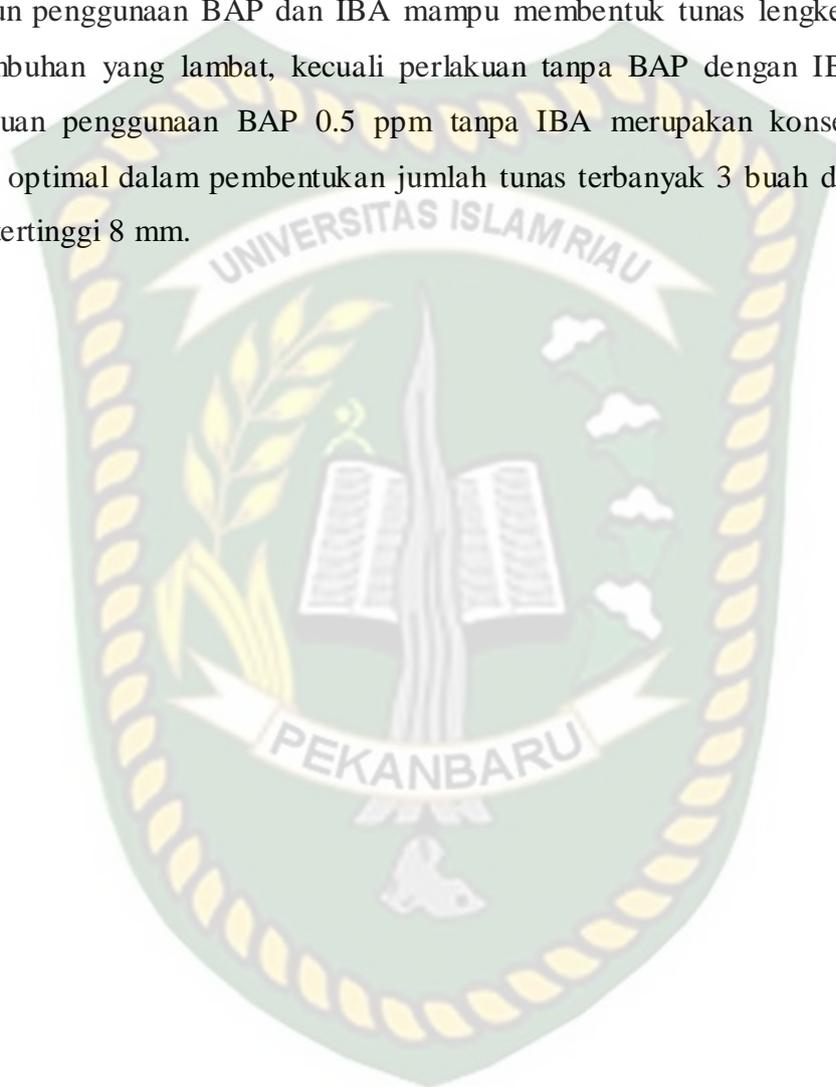
Harahap (2016) “Pengembangan Modul Matakuliah Tanaman Obat pada Materi Bididaya Tanaman Obat Keluarga di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Islam Riau” dapat disimpulkan bahwa modul tanaman obat telah berhasil dikembangkan dengan kategori sangat valid berdasarkan penilaian ahli materi, ahli pembelajaran, dan uji coba modul skala terbatas. Berdasarkan penilaian validasi dan uji coba kevalidan terbatas maka pengembangan modul tanaman obat pada materi budidaya tanaman obat keluarga layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Sa’diyah, Suarsini, Ibrohim (2016) yang berjudul “Pengembangan Modul Bioteknologi Lingkungan Berbasis Penelitian Matakuliah Bioteknologi untuk Mahasiswa S1 Universitas Negeri Malang” dapat disimpulkan bahwa hasil validasi dari ahli media adalah 79,17%, sedangkan hasil validasi dari ahli materi adalah 96%. Adapun uji keterbacaan adalah 90%. Hasil uji keefektifan menunjukkan angka 0,68 artinya termasuk ke dalam kriteria sedang, modul yang digunakan mahasiswa efektif digunakan oleh mahasiswa.

Sulistiana dan Dewi (2014) “Pertumbuhan Anggrek *Phalaenopsis amabilis* pada Perlakuan *Chitosan* dan Asam Salisilat (*Growth of Phalaenopsis amabilis* *Orchid on Chitosan and Salicylic Acid Treatment*)” dapat disimpulkan bahwa Penambahan bahan organik *chitosan* dan asam salisilat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan anggrek *Phalaenopsis amabilis*. Perlakuan terbaik pemberian bahan organik untuk pertumbuhan vegetatif anggrek *Phalaenopsis amabilis* adalah bahan organik *chitosan* dengan konsentrasi 3 ppm. Hal ini ditunjukkan oleh perlakuan *chitosan* 3 ppm yang nyata mempengaruhi persentase tumbuh planlet anggrek *Phalaenopsis amabilis* pada tahap aklimatisasi dan perubah panjang daun termuda.

Widyarso (2010) “Kajian penggunaan bap dan iba untuk merangsang pembentukan tunas lengkung (*dimocarpus longan* lour) varietas pingpong secara *in vitro*” dapat disimpulkan bahwa Penggunaan berbagai konsentrasi BAP dan

IBA maupun tanpa BAP dan IBA mampu membentuk kalus pada eksplan lengkung, dengan warna putih kecoklatan, bertekstur intermediet, dan berukuran sedang, tetapi belum mampu berdiferensiasi membentuk tunas. Tanpa penggunaan maupun penggunaan BAP dan IBA mampu membentuk tunas lengkung dengan pertumbuhan yang lambat, kecuali perlakuan tanpa BAP dengan IBA 3 ppm. Perlakuan penggunaan BAP 0.5 ppm tanpa IBA merupakan konsentrasi yang paling optimal dalam pembentukan jumlah tunas terbanyak 3 buah dan panjang tunas tertinggi 8 mm.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau