

BAB 3

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat 2 tahapan yaitu tahap I adalah kultur jaringan dimana pada tahapan ini peneliti akan melihat hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) dan *Indole Acetic Acid* (IAA) pengaruh terhadap kultur jaringan eksplan batang tanaman anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.). Kemudian pada tahap II adalah pengembangan bahan ajar berupa modul kultur jaringan yang akan digunakan sebagai salah satu alternatif bahan ajar pada mata kuliah 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 batang 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, hormon IAA dan BAP, agar-agar swallow, sukrosa, aluminium foil, tisu gulung, karet gelang, plastik tahan panas ukuran 1 kg dan label nama.

Alat yang digunakan adalah botol kultur, bunsen, *laminar air flow cabinet*, cawan petri, pinset besar, pinset kecil, *scapel*, 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, penggaris dan rak kultur.

3.1.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 4 x 4 yang terdiri dari 2 faktor yaitu faktor IAA (I) dan BAP (B), yang masing-masing terdiri 4 taraf sehingga terdapat 16 kombinasi perlakuan dan setiap taraf di ulang 3

kali ulangan sehingga di peroleh 48 satuan percobaan. Setiap botol kultur terdapat 2 eksplan, sehingga keseluruhan tanaman adalah 96 eksplan.

Adapun perlakuannya sebagai berikut:

Faktor (I) : Pemberian IAA, terdiri dari 4 taraf:

I_0 = Tanpa IAA

I_1 = IAA 0,1 ppm

I_2 = IAA 1 ppm

I_3 = IAA 10 ppm

Faktor (B) : Pemberian BAP, terdiri dari 4 taraf:

B_0 = Tanpa BAP

B_1 = 0,1 ppm

B_2 = 1 ppm

B_3 = 10 ppm

Kombinasi perlakuan dari kedua faktor di atas terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan IAA dan BAP pada Tanaman Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.) Secara *In-Vitro*.

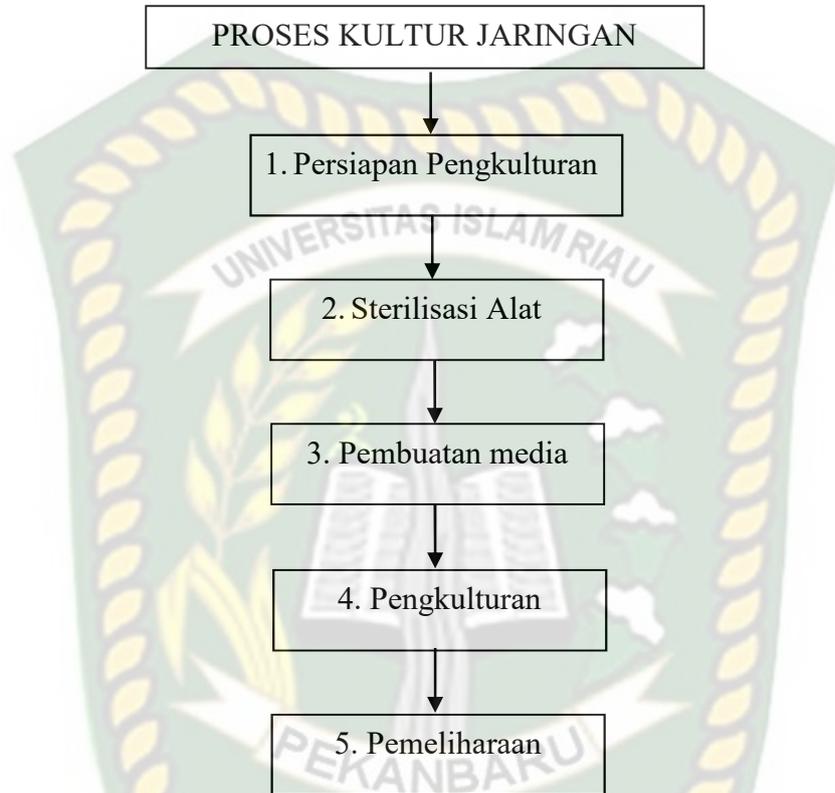
Konsentrasi IAA (mg/l)	Konsentrasi BAP (mg/l)			
	B_0	B_1	B_2	B_3
I_0	I_0B_0	I_0B_1	I_0B_2	I_0B_3
I_1	I_1B_0	I_1B_1	I_1B_2	I_1B_3
I_2	I_2B_0	I_2B_1	I_2B_2	I_2B_3
I_3	I_3B_0	I_3B_1	I_3B_2	I_3B_3

Sumber: Data Primer Peneliti

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

3.1.4 Pelaksanaan Penelitian Kultur Jaringan

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



Sumber: Modifikasi oleh Peneliti

Gambar 3. Langkah-langkah Teknik Kultur Jaringan dalam Penelitian

a. Persiapan Pengkulturan

Ada beberapa hal yang harus disiapkan sebelum melaksanakan kultur jaringan, yang paling utama adalah mempersiapkan ruang kerja kultur jaringan. Ruang kerja kultur jaringan sebaiknya mempunyai pembagian yang diatur sedemikian rupa sehingga masing-masing kegiatan terpisah satu dengan lainnya, tetapi juga saling berhubungan dan mudah dicapai (Nugroho dan Heru, 1996: 6).

1) Ruang Persiapan

Ruang persiapan digunakan untuk menyiapkan media kultur dan bahan tanaman yang akan digunakan. Selain itu, ruang ini juga digunakan sebagai tempat pencucian alat-alat dan tempat penyimpanan alat-alat laboratorium. Selain

persiapan berupa peralatan, perlu pula dipersiapkan media dan bahan yang akan digunakan (Nugroho dan Heru, 1996: 6).



Sumber: Dokumentasi Peneliti
Gambar 4. Ruang Persiapan

2) Ruang Isolasi

Ruang isolasi penanaman merupakan ruang yang bersifat aseptik. Dalam ruangan ini dilakukan kegiatan isolasi yang meliputi pengambilan bagian tanaman, sterilisasi, dan penanaman eksplan dalam media. Ruangan ini diusahakan bebas dari debu dan hewan kecil serta tersekat dari ruangan lain. Pintu penghubung diusahakan selalu tertutup. Penggunaan pendingin udara (*air conditioner*) sangat dianjurkan dalam ruangan penanaman. Antar ruang transfer dan ruang kultur perlu dibuatkan pintu penghubung. Ruangan ini dianjurkan selalu diberikan dengan desinfektan atau bahan pembersih kuman (Nugroho dan Heru, 1996: 7). *Laminar air flow cabinet* sebagai tempat penanaman eksplan dan subkultur dikondisi aseptik. *Laminar air flow* terlebih dahulu dibersihkan memakai tissue dengan alkohol 70% atau 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.



Sumber: Dokumentasi Peneliti
Gambar 5. Ruang Isolasi

3) Ruang Inkubasi atau Ruang Kultur

Ruang inkubasi biasanya berukuran besar dan kemungkinan dapat diperluas bila diperlukan. Ruangan ini harus dijaga kebersihannya dan sedapat mungkin dihindari orang yang tidak berkentingan berlalu-lalang (Nugroho dan Heru, 1996: 7-8). Ruang inkubasi 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 - 25⁰C, pada setiap rak dilengkapi dengan lampu neon 20 watt yang jaraknya 40 cm di atas permukaan tutup botol kultur.



Sumber: Dokumentasi Peneliti
Gambar 6. Ruang Inkubasi

b. Sterilisasi Alat

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 *scapel* 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 121⁰C, setelah disterilisasi botol disimpan di ruang penyimpanan dan dapat digunakan setelah botol sudah tidak panas.



Sumber: Dokumentasi Peneliti
Gambar 7. Mencuci Botol Kultur



Sumber: Dokumentasi Peneliti
Gambar 8. Botol Kultur di Autoclave

c. 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). Pada kegiatan ini melakukan pemasangan label, pemasangan label ini dilakukan saat pembuatan media bertujuan untuk memudahkan pada saat pemberian perlakuan. Pemasangan label disesuaikan dengan perlakuan yang diberikan. Lalu, semua komponen media dan

penambahan zat perangsang tumbuh IAA dan 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 pematat media (agar-agar 7 gram/liter), media dimasak sampai mendidih untuk melarutkan mediana, 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 kg/cm² dan suhu 121 °C selama 30 menit. Setelah dingin media disimpan dalam ruang ber AC dengan temperature 24 – 26 °C selama 5 hari sebelum digunakan, untuk melihat kesterilan media yang ditandai dengan tidak adanya yang terkontaminasi.



Sumber: Dokumentasi Peneliti
Gambar 9. Pembuatan Media

d. Pengkulturan Eksplan

Eksplan Anggrek bulan diperoleh dari Balai Benih Induk (BBI). Eksplan yang digunakan untuk pengkulturan adalah batang *Phalaenopsis* yang memiliki kualitas baik dan tidak cacat secara fisik. Penanaman eksplan dilakukan di dalam *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 batang pada tanaman anggrek. Eksplan diambil dalam botol kultur menggunakan pinset yang telah disterilkan. Selanjutnya eksplan diletakkan dalam petridis dan dipotong-potong dengan ukuran eksplan yaitu 1 cm. Selanjutnya diambil media yang telah disiapkan, dipanaskan di atas api bunsen sambil diputar-putar, setelah itu dibuka plastiknya dan eksplan dimasukkan ke dalam botol media menggunakan pinset. 1 botol kultur ditanam 2 eksplan anggrek bulan yang posisi dan letaknya disesuaikan, setelah itu botol ditutup kembali menggunakan aluminium foil dan plastik yang telah dipanaskan di dekat api dan baru diikat menggunakan karet gelang dan tahan panas.

Setelah ditanam dalam botol kultur, kemudian botol diputar di atas api lampu spritus selanjutnya aluminium foil dan plastik juga dipanaskan di atas api dan kemudian botol ditutup kembali dengan menggunakan aluminium 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 (**Rancangan Acak Lengkap** terlampir pada lampiran 5).



Sumber: Dokumentasi Peneliti

Gambar 10. Pengkulturan Eksplan Batang Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* L.)

e. Pemeliharaan

Pemeliharaan meliputi pemeliharaan media ruang kultur dengan menjaga suhu ruangan antara 21⁰-25⁰C 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 juga kalau ada karet yang putus diganti dengan karet yang baru tetapi sebelum diikatkan ke botol maka karet harus disemprotkan terlebih dahulu menggunakan alkohol.



Sumber: Dokumentasi Peneliti
Gambar 11. Pemeliharaan

3.1.5 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang diamati dalam penelitian ini adalah:

1) Persentase Eksplan Yang Hidup (%)

Pengamatan terhadap persentase eksplan yang hidup dilakukan pada akhir penelitian. 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. Hasil pengamatan dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk tabel.

Rumus yang digunakan:

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

3) Jumlah Eksplan yang Membentuk Tunas

Pengamatan dilakukan pada akhir penelitian dengan cara menghitung jumlah tunas yang keluar pada eksplan yang dikulturkan penghitung pada setiap sampel.

4) Persentase Eksplan Membentuk Akar (%)

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

Rumus yang digunakan:

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

5) Jumlah Eksplan yang Membentuk Akar

Pengamatan dilakukan pada akhir penelitian dengan cara menghitung jumlah akar yang keluar pada eksplan yang dikulturkan penghitung pada setiap sampel.

6) Persentase Eksplan Membentuk Daun (%)

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

Rumus yang digunakan:

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

7) Jumlah Eksplan yang Membentuk Daun

Pengamatan dilakukan pada akhir penelitian dengan cara menghitung jumlah daun yang keluar pada eksplan yang dikulturkan penghitung pada setiap sampel.

3.1.6 Teknik Analisis Statistik

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:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \dots \dots \dots$$

$i = 1, 2, \dots, a$
 $j = 1, 2, \dots, b$
 $k = 1, 2, \dots, r$

Keterangan:

- Y_{ijk} = nilai pengamatan pada satuan percobaan yang memperoleh perlakuan taraf ke-i dari faktor A, taraf ke-j dari faktor B dan ulangan ke-k
- μ = nilai tengah umum
- α_i = pengaruh taraf ke-i faktor A
- β_j = pengaruh taraf ke-j faktor B
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi dari taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B
- ϵ_{ijk} = pengaruh galat pada satuan percobaan yang memperoleh perlakuan ke-i faktor A, taraf ke-j dari faktor B, dan ulangan ke-k
- a,b,r = banyaknya taraf dari faktor A, banyak taraf dari faktor B, dan banyak ulangan (Mardinata, 2013: 50)

Setelah melakukan analisis ragam ANOVA dapat di lanjutkan dengan menganalisis beda nyata jujur (BNJ) untuk mengetahui apakah pemberian hormon memberikan perbedaan nyata atau tidak pada setiap perlakuan. Rumus BNJ sebagai berikut:

$$BNJ = \sqrt{\frac{KTE}{3}} \times 5.27$$

Keterangan :

- 5.27 = Angka pada tabel tukey
- KTE = *KT error*
- 3 = Ulangan

3.2 Penelitian Tahap II Pengembangan Bahan Ajar

3.2.1 Model Pengembangan

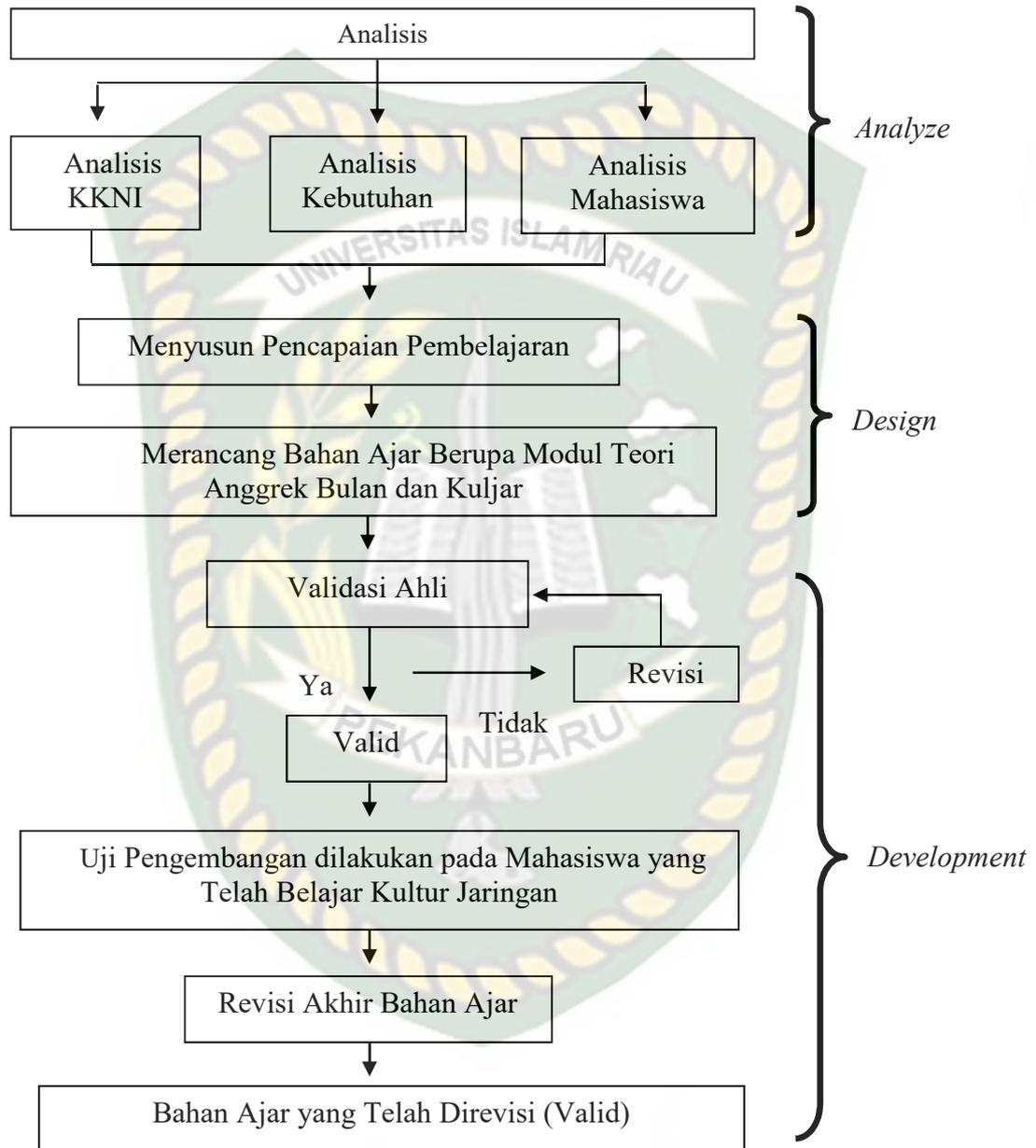
Model pengembangan modul Biologi Kultur Jaringan ini dikembangkan menurut Molenda (2003) yaitu model ADDIE. Model ADDIE terdiri atas lima tahapan yaitu Analisis (*Analysis*), Perancangan (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi/penerapan (*Implementation*) dan Evaluasi/umpan balik (*Evaluation*). Namun pada Penelitian dan Pengembangan modul ini hanya dilakukan sampai tahap Pengembangan (*Development*). Tahap pengembangan modul Biologi 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 KKNI, analisis kebutuhan, dan analisis mahasiswa melihat karakteristik peserta didik dan dengan kondisi yang ada maka diharapkan dengan model ini dapat dikembangkan modul Kultur Jaringan yang bermanfaat dalam proses pembelajaran di kampus. 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 penelitian ini dapat digambarkan pada Gambar 2:



Gambar 12. Langkah-langkah ADDIE (*Analyze* sampai tahap *Development*)
Sumber : Modifikasi Peneliti dari Molenda 2003.

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 (*Analyze*) terdapat 3 langkah kegiatan yang terdiri dari:

1) Analisis Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI)

Langkah awal pada pembuatan modul Kultur Jaringan adalah menganalisis Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) ini merupakan penjenjangan capaian pembelajaran yang hendak dicapai dan harus dimiliki oleh semua lulusannya. Dalam KKNI, capaian pembelajaran (CP) didefinisikan sebagai kemampuan yang diperoleh melalui internalisasi pengetahuan, sikap, keterampilan, kompetensi (Kemendikbud, 2014: 2-5).

Analisis KKNI kemudian diturunkan menjadi Rencana Pembelajaran Semester (RPS). Capaian pembelajaran yang hendak dicapai dalam Rencana Pembelajaran (RPS) Kultur Jaringan ini adalah mahasiswa mampu menyusun dan menjelaskan teknik melakukan kultur jaringan tanaman (minggu ke-13). **(RPS terlampir pada lampiran 4)**

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 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 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 media pembelajaran 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 mata kuliah kultur jaringan serta pahami mahasiswa dalam materi-materi Kultur Jaringan.

b. Design (Perancangan)

Pada tahap ini akan mengembangkan modul dan sesuai dengan Kerangka Kualitatif Nasional Indonesia (KKNI). Pada tahap ini akan ditentukan bagaimana modul akan dirancang secara utuh sesuai materi pokok kemudian menyusun capaian pembelajaran. Modul yang dibuat memiliki kriteria yaitu *full color*; terdiri dari kata pengantar; daftar isi; daftar gambar; pendahuluan yang terdiri dari deskripsi singkat, relevansi, capaian pembelajaran, petunjuk penggunaan modul dan peta konsep; materi pembelajaran; rangkuman; latihan; evaluasi; glosarium; daftar pustaka dan kunci jawaban serta terdapat halaman, juga info biologi dan info kultur jaringan. Modul yang dibuat dengan format penyetakan 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 digunakan 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 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 sesuai dengan KKNi dan Rencana Kegiatan Semester (RPS). Modul yang telah tersusun divalidasi oleh para *reviewer* ahli, angket respon dosen serta uji coba terbatas dengan angket respon mahasiswa untuk mendapatkan kevalidan sebagai bahan ajar.

1) Validasi Bahan Ajar Berupa Modul Kultur Jaringan

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

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*) eksplan batang dengan hormon *Benzyl Amino Purin* (BAP) dan *Indole Acetic Acid* (IAA).

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 berbentuk 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, S.P., 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 melalui uji coba lapangan yang melibatkan subjek dalam kelas yaitu 16 orang mahasiswa. 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 di berikan kepada validator yang terdiri dari lembar validasi materi, validasi pembelajaran, dan angket penilaian 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 pada ahli materi dalam penilaian ini yaitu aspek isi, penyajian, kebahasaan, sedangkan aspek pada ahli pembelajaran yaitu format modul, kebahasaan, penyajian, kegrafikan, 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: Modifikasi Peneliti 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, S.P., M.Sc yang merupakan dosen Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau serta pengisian angket respon peserta didik dilakukan kepada mahasiswa/i yang yang berjumlah 16 orang yang telah mengambil mata kuliah 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 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). Pemilihan 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 sabagai berikut:

- a. Uji coba lapangan kelas besar melibatkan 16 subjek mahasiswa/i angkatan 2015 semester 5 yang telah mengambil mata kuliah pilihan kultur jaringan di FKIP Biologi UIR.
- b. Pengambilan subjek 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 bahan ajar modul. Adapun validator yang dianggap ahli dalam bidang bahan ajar yaitu terdiri atas ahli materi, dan ahli pembelajaran. Validator memberikan saran perbaikan dan kritik terhadap produk yang dikembangkan. Selain itu juga validator memberikan pernyataan tentang kevalidan dari modul yang dikembangkan. Selanjutnya dilakukan repon terhadap dosen dan uji coba terbatas kepada mahasiswa/i dengan

cara memberikan angket respon 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 empat macam evaluator. Pertama ahli materi, kedua ahli pembelajaran dan ketiga dosen sebagai responden dan keempat adalah mahasiswa sebagai responden. Penghitungan persentase tingkat kevalidan bahan ajar menggunakan metode yang dicontohkan oleh Akbar (2013: 83). Menurut Akbar (2013: 83) rumus untuk analisis tingkat validitas secara deskriptif sebagai berikut:

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

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

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

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

Keterangan:

V_{ma} = Validasi kevalidan dari materi

V_{pm} = Validasi kevalidan dari pembelajaran

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 (2012:103) 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.	≤ 54 %	Kurang sekali

Sumber: Purwanto (2010:103)