

BAB 3 PROSEDUR PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian kuantitatif adalah metode yang dapat dikatakan positivistic, karena berdasarkan landasan positivisme (ilmiah/*scientific*) karena sudah memenuhi kaidah ilmiah yaitu konkrit/empiris, obyektif, terukur, rasional, dan sistematis. Metode ini juga dikembangkan dengan data penelitian berupa angka-angka dan analisis statistik. Penelitian eksperimen merupakan metode yang digunakan untuk mencari pengaruh *treatment* (perlakuan) tertentu (Sugiyono, 2013).

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimen yang dilakukan di Laboratorium dengan kondisi yang terkontrol tidak terpengaruh dari luar. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap 2 Faktorial dengan 4 kali ulangan. Pengamatan dilakukan untuk mengamati pertumbuhan eksplan membentuk kalus, saat muncul kalus dengan mencatat pada awal kemunculan kalus, fase pertumbuhan kalus, dan morfologi kalus mencakup tekstur dan warna yang diamati pada akhir penelitian.

3.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian kuantitatif hubungan variabel terhadap objek yang diteliti bersifat kausal atau sebab akibat, sehingga terdapat variabel bebas dan terikat. Menurut Kerlinger (1973) variabel merupakan konstruk atau sifat yang akan dipelajari. Variabel juga dapat didefinisikan sebagai atribut, nilai atau sifat dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu. Variabel ini ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2013). Variabel terikat atau variabel dependen adalah variabel yang akan dipengaruhi pada eksperimen tersebut. Variabel bebas adalah variabel yang akan mempengaruhi variabel terikat dalam suatu eksperimen (Nur Hikmatul Auliya et al., 2020).

Adapun variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Variabel bebas, yaitu pengaruh Zat Pengatur Tumbuh *Benzyl Amino Purine* (BAP) dan *Naphthalene Acetic Acid* (NAA).

2. Variabel terikat, yaitu pertumbuhan kalus Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch). Parameter pertumbuhan yang diamati adalah saat muncul kalus dengan mencatat pada awal kemunculan kalus, morfologi kalus mencakup tekstur dan warna yang diamati pada akhir penelitian, fase pertumbuhan kalus yang diamati setelah kalus tumbuh, serta persentase hidup kalus.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi merupakan keseluruhan objek penelitian yang meliputi tumbuhan, hewan, manusia, gejala, nilai, atau peristiwa sebagai sumber data yang memiliki karakteristik tertentu di dalam suatu penelitian. Adanya populasi bertujuan agar dapat menentukan besarnya anggota sampel yang diambil dari populasi serta membatasi berlakunya daerah generalisasi (Nur Hikmatul Auliya et al., 2020).

Tanaman Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) yang dijadikan populasi dalam penelitian ini adalah tanaman yang berada di lokasi budidaya sebanyak 50.000 tanaman serta memiliki karakteristik sebagai berikut.

- a. Berusia minimal 4 bulan setelah tanam.
- b. Memiliki daun yang lebar dan berwarna hijau.
- c. Tanaman sehat, tidak berpenyakit.
- d. Kondisi batang kuat dan tidak rusak.

3.3.2 Sampel

Sampel merupakan sebagian populasi yang diambil dengan menggunakan teknik sampling. Peneliti perlu menentukan terlebih dahulu generalisasinya agar sampel yang dipilih dapat mewakili populasinya (Nur Hikmatul Auliya et al., 2020). Pengambilan sampel dilakukan dengan Teknik *Purposive Sampling*. Sampel diambil bagian tertentu pada tanaman Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) untuk ditindaklanjuti di Laboratorium. Bagian talas yang diambil adalah daun muda yang akan dipotong berukuran 1 x 1 cm sebanyak 36 yang akan ditumbuhkan pada media dengan pemberian zat pengatur tumbuh yang berbeda.

3.4 Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang sederhana dikarenakan terdapat 2 sumber keragaman diantara pengamatan yang diperoleh percobaan tersebut, yaitu keragaman perlakuan dan keragaman galat percobaan. Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 2 Faktorial karena terdapat 2 sumber pengaruh yaitu zat pengatur tumbuh BAP dan NAA. Sebagai sebuah patokan, jumlah ulangan dianggap telah cukup baik bila memenuhi persamaan $(t - 1)(r - 1) \geq 15$, dengan t = jumlah perlakuan dan r = jumlah ulangan.

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(9 - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(8)(r - 1) \geq 15$$

$$(8r - 8) \geq 15$$

$$8r \geq 15 + 8$$

$$8r \geq 23$$

$$r \geq 2,875$$

$$r \geq 3$$

Berdasarkan rumusan tersebut, hasil perhitungan rumus menunjukkan bahwa ulangan harus dilakukan sebanyak 3x. Namun peneliti menentukan ulangan lebih dari minimal hasil perhitungan yaitu sebanyak 4 kali. Pada penelitian ini terdapat 9 kombinasi perlakuan, sehingga total unit adalah 9×4 yaitu 36 unit. Sampel penelitian ditempatkan pada plot percobaan secara random dan diberikan label pada setiap botol sesuai dengan perlakuan. Rancangan selengkapnya ditampilkan pada tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Desain Penelitian

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
B1N1	B3N3	B3N2	B1N3	B3N1
B1N2	B3N1	B2N1	B3N1	B1N3
B1N3	B2N2	B1N3	B3N2	B2N2
B2N1	B1N3	B1N1	B2N1	B2N1
B2N2	B2N3	B1N2	B1N1	B3N2
B2N3	B1N2	B3N3	B2N3	B1N2
B3N1	B1N1	B2N2	B1N1	B2N2
B3N2	B2N3	B3N1	B3N3	B2N3
B3N3	B3N2	B2N1	B1N2	B3N3

Keterangan:

B1N1 : Perlakuan dengan kombinasi BAP 0 ml dan NAA 0 ml

B1N2 : Perlakuan dengan kombinasi BAP 0 ml dan NAA 1 ml

B1N3 : Perlakuan dengan kombinasi BAP 0 ml dan NAA 2 ml

B2N1 : Perlakuan dengan kombinasi BAP 1 ml dan NAA 0 ml

B2N2 : Perlakuan dengan kombinasi BAP 1 ml dan NAA 1 ml

B2N3 : Perlakuan dengan kombinasi BAP 1 ml dan NAA 2 ml

B3N1 : Perlakuan dengan kombinasi BAP 2 ml dan NAA 0 ml

B3N2 : Perlakuan dengan kombinasi BAP 2 ml dan NAA 1 ml

B3N3 : Perlakuan dengan kombinasi BAP 2 ml dan NAA 2 ml

3.5 Langkah-langkah Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini secara umum terbagi ke dalam tahap persiapan dan tahap pelaksanaan.

3.5.1 Tahap Persiapan

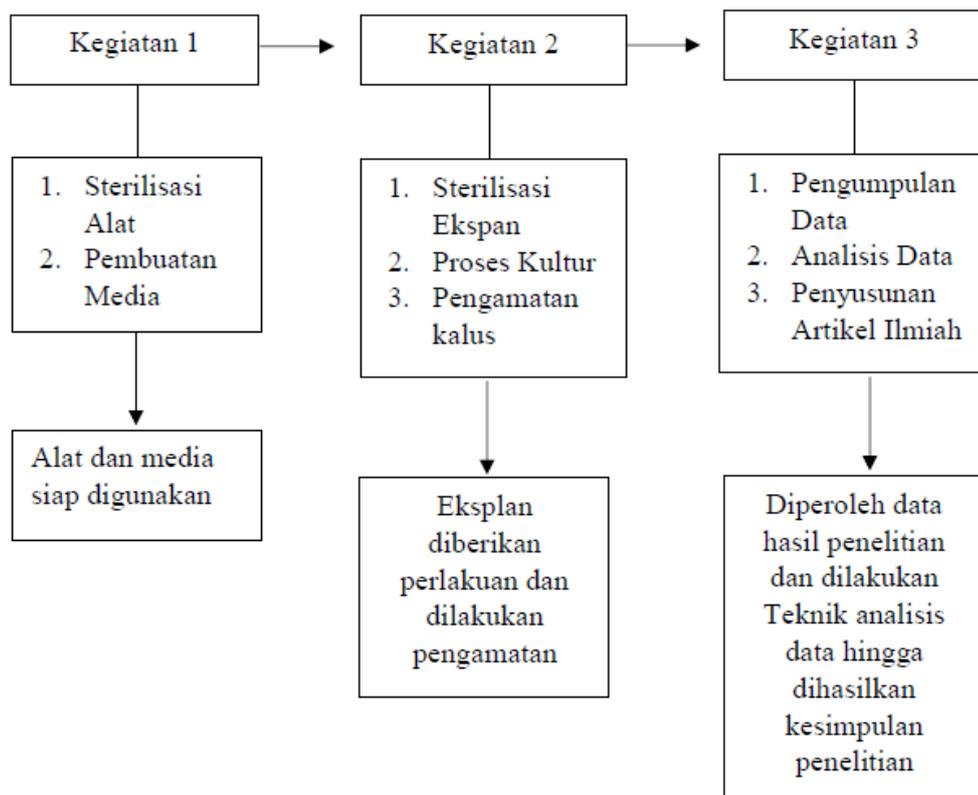
Tahapan persiapan yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mengajukan pengusulan judul kepada Dosen Pembimbing pada tanggal 20 November 2023.
2. Mengajukan pengusulan judul kepada Dewan Bimbingan Skripsi pada tanggal 21-22 November 2023.
3. Menyusun skripsi penelitian pada tanggal 23 November – 12 Desember 2023.

4. Melaksanakan Bimbingan dengan Dosen Pembimbing 1 dan 2 pada tanggal 20 dan 30 November 2023, dan 8 Desember 2023.
5. Mendapatkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan untuk penetapan pembimbing skripsi.
6. Melaksanakan seminar skripsi penelitian dan mendapatkan saran mengenai penelitian.
7. Melaksanakan Bimbingan dengan Dosen Pembimbing 1 dan 2 untuk memperbaiki skripsi penelitian.

3.5.2 Tahap Pelaksanaan

Pada tahap pelaksanaan terdapat tahap persiapan alat, tahap persiapan bahan, dan tahap pelaksanaan dengan prosedur kerja yang digunakan yaitu sebagai berikut.



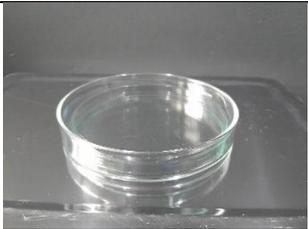
Gambar 3. 1 Prosedur Pelaksanaan

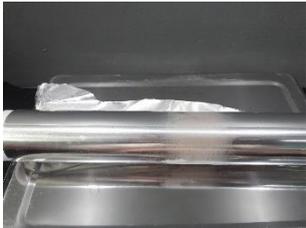
Sumber: Dokumentasi Pribadi

3.5.3 Tahap Persiapan Alat

Tabel 3. 2 Daftar alat yang digunakan

No.	Nama Alat	Jumlah	Fungsi	Gambar
1.	Botol Kultur 100 ml	50	Untuk menyimpan bahan-bahan pembuatan media	
2.	Laminar Air Flow (LAF)	1	Untuk kerja dalam proses kultur steril	
3.	Gelas beaker ukuran 1000 ml	2	Tempat mencampurkan bahan untuk pembuatan media	
4.	Gelas beaker ukuran 500 ml	5	Tempat mencampurkan bahan untuk pembuatan media yang akan dicampur dengan ZPT	
5.	Gelas beaker ukuran 100 ml	10	Tempat mencampurkan bahan untuk pembuatan media yang akan dicampur dengan ZPT	

6.	Cawan Petri	5	Untuk menyimpan planlet yang akan dikultur	
7.	Batang pengaduk	5	Untuk mengaduk campuran bahan yang akan digunakan	
9.	Bunsen	3	Untuk pemanasan, sterilisasi dan pembakaran	
10.	Micropipette	1	Untuk memindahkan larutan atau cairan dari satu tempat ke tempat lainnya dengan volume yang sangat kecil	
11.	Kertas sampul/payung	1	Untuk membungkus takaran bahan yang akan digunakan	
12.	Spatula	5	Untuk mengambil bahan dalam takaran kecil untuk ditimbang	

13.	Timbangan Digital	1	Untuk menimbang bahan-bahan yang akan digunakan	
14.	pH meter digital	1	Untuk mengukur pH	
15.	Hotplate	1	Untuk menghangatkan atau memanaskan larutan atau campuran bahan-bahan	
16.	Aluminium Foil	1	Untuk sterilisasi alat dan menutup alat yang digunakan untuk menyimpan bahan	
17.	Plastik tahan panas	1	Untuk sterilisasi alat	

3.5.4 Tahap Persiapan Bahan

Tabel 3. 3 Daftar bahan yang digunakan

No.	Nama Bahan	Jumlah	Fungsi	Gambar
1.	Aquades	1	Untuk membersihkan alat-alat yang digunakan	
2.	Media Murashige and Skoog (MS) Instan	1	Untuk media tanam kultur Talas	
3.	Zat Pengatur Tumbuh NAA	1	Untuk perlakuan pada penelitian	
4.	Zat Pengatur Tumbuh BAP	1	Untuk perlakuan pada penelitian	
5.	Alkohol 70%	1	Untuk membersihkan alat-alat yang digunakan	

6.	Fungisida	1	Untuk sterilisasi eksplan	
----	-----------	---	---------------------------	---

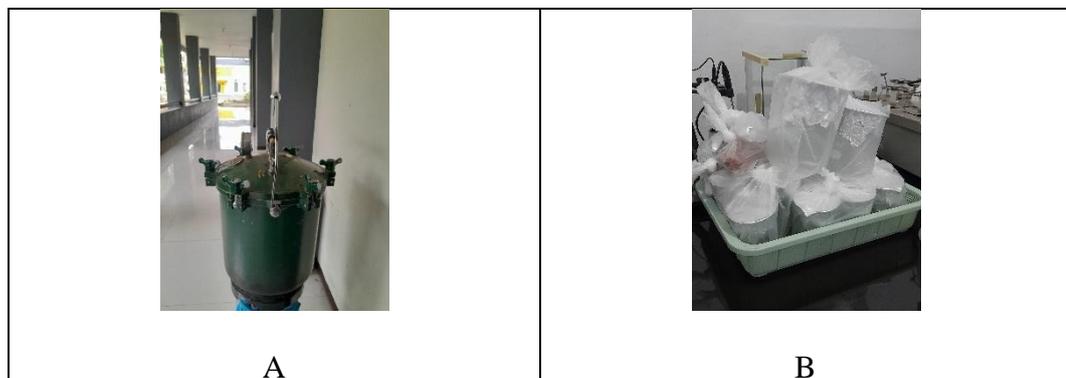
3.5.5 Prosedur Kerja

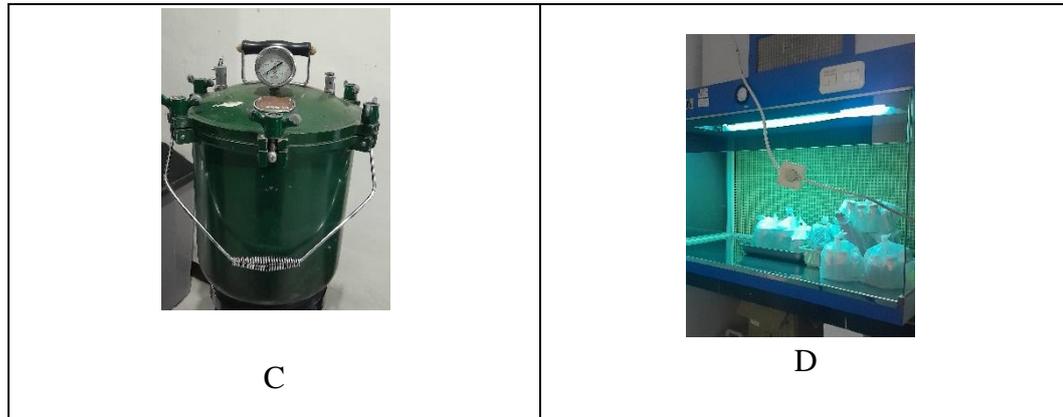
1. Persiapan Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat dilakukan untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada proses kultur. Sterilisasi dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Peralatan yang akan disterilkan adalah botol kaca sebanyak 50 buah, *beaker glass*, spatula, pinset, cawan petri, dan scalpel yang dibersihkan terlebih dahulu menggunakan deterjen dan air mengalir;
2. Peralatan yang telah dibersihkan kemudian dikeringkan menggunakan tissue dan semprot menggunakan alkohol 96%;
3. Menggunakan plastik tahan panas untuk membungkus alat yang sudah disterilkan dengan alkohol;
4. Peralatan yang telah kering, kemudian ditutup menggunakan aluminium foil agar tidak terkontaminasi dari udara luar, lalu masukkan ke dalam plastik dan diikat menggunakan karet;
5. Sterilisasi alat dilakukan menggunakan *Autoklaf* selama 30 menit hingga suhu mencapai 121⁰C.

Proses sterilisasi alat dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.





Gambar 3. 2 Sterilisasi Alat

Menyiapkan Autoklaf (A), Menyiapkan peralatan yang sudah dicuci dan disterilkan menggunakan alkohol (B), Menunggu suhu Autoklaf mencapai 121⁰C (C), Alat yang sudah disterilkan disimpan di dalam *Laminar Air Flow* (D).

Sumber: Dokumentasi Pribadi

2. Pembuatan Media

Pembuatan Media MS

Langkah pembuatan media sebagai berikut:

1. Pembuatan media diawali dengan mencampurkan aquades sebanyak 250 ml dan komponen media lainnya menggunakan *beaker glass* ukuran 1000 ml;
2. Melakukan penimbangan terhadap takaran bahan dan komponen media yang akan digunakan, yaitu media MS sebanyak 4,43 g, Myo-inositol sebanyak 20 g, sukrosa sebanyak 20 g, *Casein hidrolizate* sebanyak 3 g, ZPT NAA sebanyak 0,1 g, ZPT BAP sebanyak 1 g, NaOH sebanyak 8 ml, agar-agar sebanyak 8 g, dan siapkan pH meter;
3. Menuangkan 250 ml aquades, lalu mencampurkan bahan utama yaitu media MS sebanyak 4,43 g, tambahkan Myo-inositol sebanyak 20 g, sukrosa sebanyak 20 g, *Casein hydrolyzate* sebanyak 3 g, kemudian mengaduk campuran komponen media menggunakan batang pengaduk hingga larutan homogen;
4. Menambahkan aquades hingga volume mencapai 1000 ml dan aduk hingga homogen;

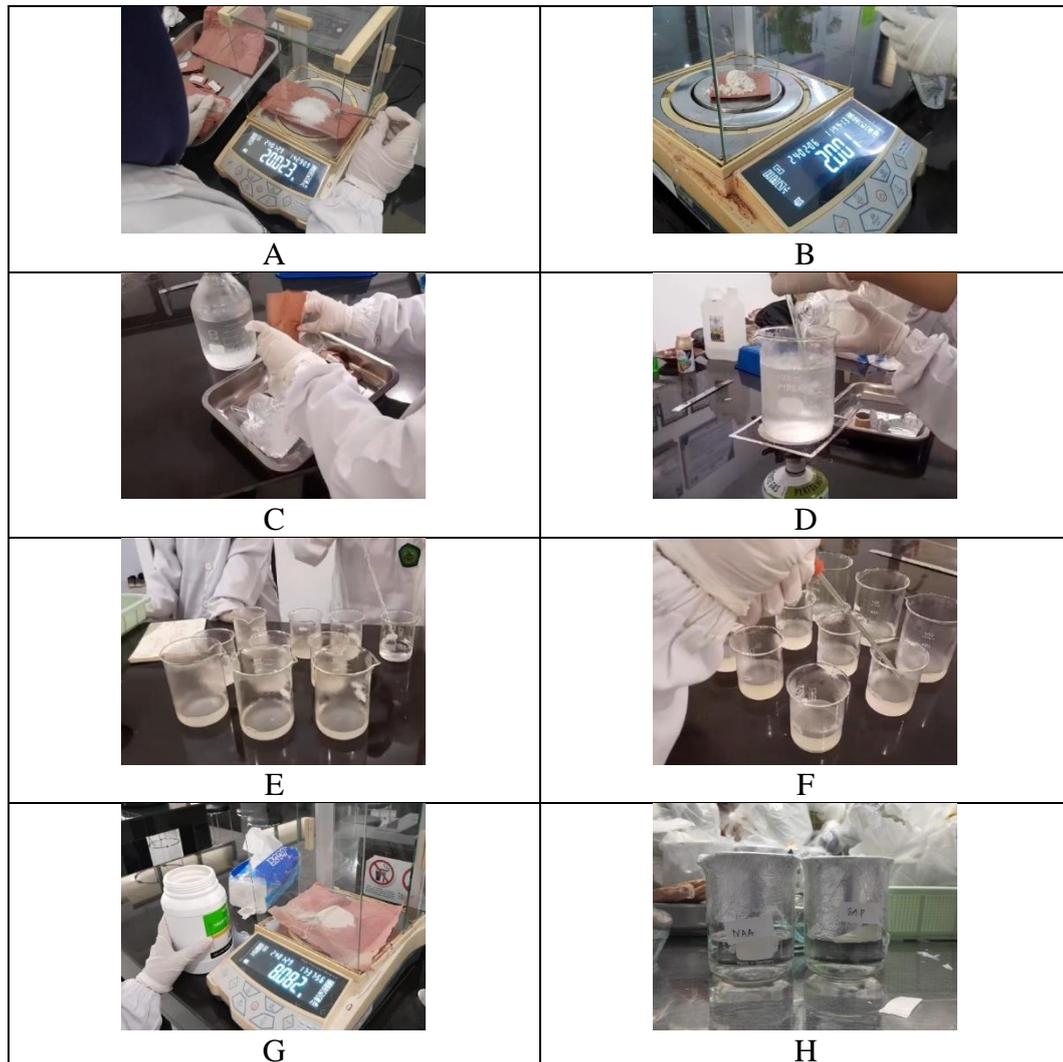
5. Menggunakan kompor untuk memanaskan media selama beberapa menit hingga mendidih;
6. Melakukan pemeriksaan pH menggunakan pH meter hingga larutan menunjukkan pH 5,8;
7. Menuangkan agar, lalu mengaduk media hingga homogen;
8. Menggunakan *beaker glass* ukuran 250 ml sebanyak 9 buah, beri label sesuai perlakuan (B1N1 hingga B3N3);
9. Menuangkan media ke dalam 9 *beaker glass* secara merata;
10. Menuangkan ZPT BAP dan NAA sesuai dengan kombinasi perlakuan (B1N1 hingga B3N3);
11. Menuangkan media pada 36 botol kaca dengan takaran sekitar 2 cm (ketinggian) secara merata;
12. Media yang sudah dituangkan langsung ditutup dengan aluminium foil yang direkatkan dengan karet;
13. Melakukan *wrapping* agar botol tertutup secara aman;
14. Simpan media pada *Laminar Air Flow* (LAF) amati selama 3 hari untuk mengetahui apakah media aman dan dapat digunakan tanpa ada kontaminasi.

Pembuatan Larutan ZPT NAA dan BAP

Langkah pembuatan sebagai berikut:

1. Zat pengatur tumbuh dilarutkan menggunakan *beaker glass* ukuran 250 ml lalu tuangkan NaOH sebanyak 10 ml;
2. Menuangkan zat pengatur tumbuh yang telah ditimbang yaitu NAA sebanyak 0,1 g lalu aduk hingga homogen;
3. Menuangkan aquades ke dalam *beaker glass* hingga volume mencapai 100 ml;
4. Tahapan yang sama dilakukan untuk membuat larutan ZPT BAP.

Pembuatan media dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 3 Pembuatan Media dan ZPT

Menimbang Myo-inositol sebanyak 20 gr (A), Menimbang sukrosa 20 gr (B), Mencampurkan komponen media pada *beaker glass* (C), Memanaskan dan mengaduk media hingga homogen (D), Menuangkan media pada 9 *beaker glass* sama rata (E), Menambahkan zat pengatur tumbuh sesuai perlakuan (F), Menimbang zat pengatur tumbuh (G), dan zat pengatur tumbuh setelah dilarutkan (H).

Sumber: Dokumentasi Pribadi

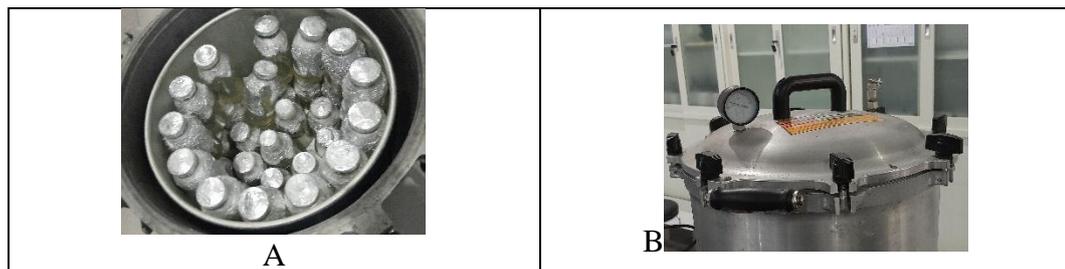
3. Sterilisasi Media

Langkah pelaksanaan sterilisasi eksplan sebagai berikut:

1. Menyiapkan media yang telah dibuat pada botol kultur yang telah disimpan di ruang inkubasi:
2. Menggunakan Autoklaf dan kompor untuk sterilisasi media;

3. Memasukkan media ke dalam Autoklaf kemudian ditutup dan tunggu hingga suhu mencapai 121⁰C;
4. Menunggu selama 15 menit, lalu matikan kompor dan tunggu hingga suhu menurun;
5. Mengambil dan memindahkan media ke dalam ruang inkubasi.

Proses sterilisasi media pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4 Proses sterilisasi media

Media pada botol yang dirapikan di dalam Autoklaf (A), Proses sterilisasi menggunakan Autoklaf (B)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4. Sterilisasi Eksplan

Langkah pelaksanaan sterilisasi eksplan sebagai berikut:

1. Menyiapkan Erlenmeyer ukuran 500 ml sebanyak 3 buah;
2. Menuangkan alkohol 70%, fungisida sebanyak 20 g, dan aquades pada masing-masing Erlenmeyer kemudian menuliskan keterangan pada label untuk setiap Erlenmeyer;
3. Mengambil sampel daun Talas yang siap digunakan, membersihkan daun terlebih dahulu pada air mengalir, kemudian masukkan ke dalam larutan fungisida;
4. Pastikan daun talas terendam penuh, untuk memastikan seluruh bagian daun terendam fungisida maka menggunakan *Shaker* selama 10 menit;
5. Memindahkan sampel daun Talas ke dalam Erlenmeyer berisi alkohol 70% dan tunggu selama 10 menit;
6. Menggunakan pinset yang belum dipakai untuk memindahkan daun talas ke dalam aquades, lalu masukkan ke dalam *Shaker* selama 10 menit;

7. Menyiapkan 2 buah *beaker glass* berukuran 500 ml dan tuangkan aquades hingga penuh;
8. Setelah *Shaker* berhenti, gunakan pinset untuk memindahkan daun talas dari Erlenmeyer ke dalam aquades 1 dan aquades 2 secara perlahan dalam waktu 3 menit;
9. Menutup *beaker glass* pada tahap terakhir dengan aluminium foil, lalu eksplan daun talas disimpan di *Laminar Air Flow* (LAF) untuk dilanjutkan dengan penanaman eksplan.

Proses sterilisasi eksplan dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut.





Gambar 3. 5 Proses sterilisasi eksplan

Menimbang fungisida (A), Menuangkan aquades steril pada Erlenmeyer (B), Menuangkan fungisida pada aquades (C), Mencuci sampel pada air mengalir (D), Memasukkan sampel ke dalam Erlenmeyer berisi larutan fungisida (E), *Wrapping* Erlenmeyer (F), Memasukkan Erlenmeyer ke dalam *Shaker* (G), Memindahkan sampel ke dalam *beaker glass* berisi aquades (H), Memindahkan sampel ke dalam *beaker glass* berisi alkohol (I), Menuangkan aquades steril untuk sampel pada tahap terakhir sterilisasi (J).

Sumber: Dokumentasi Pribadi

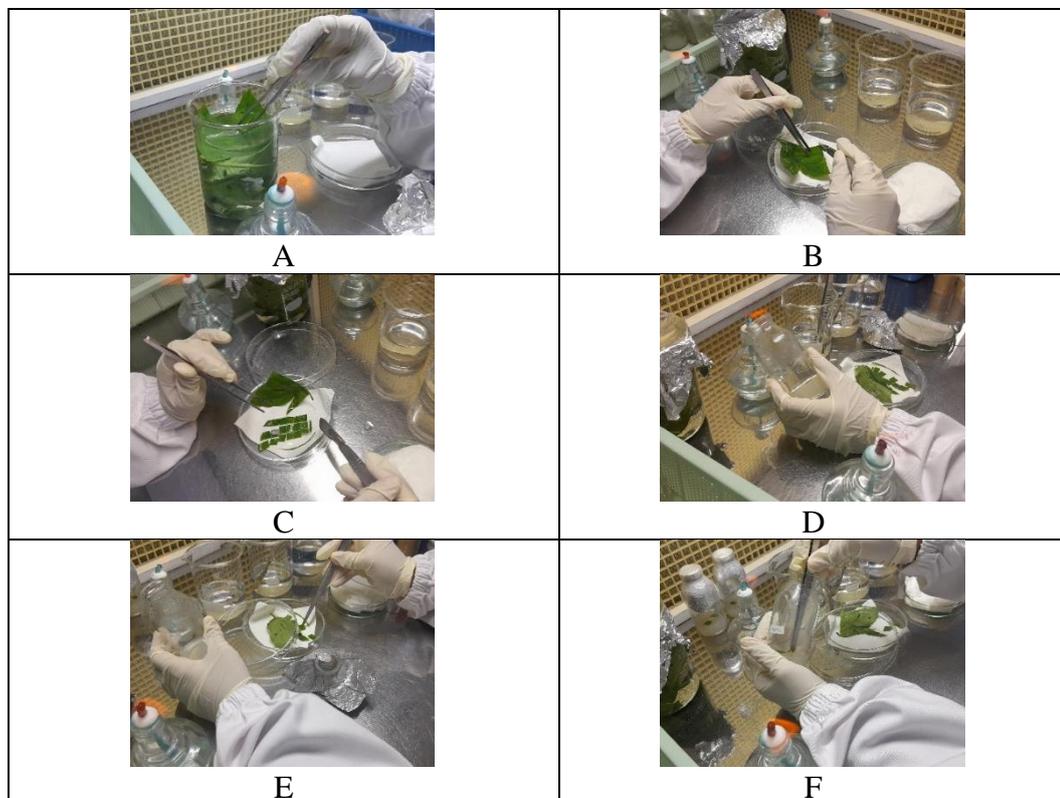
5. Proses Kultur

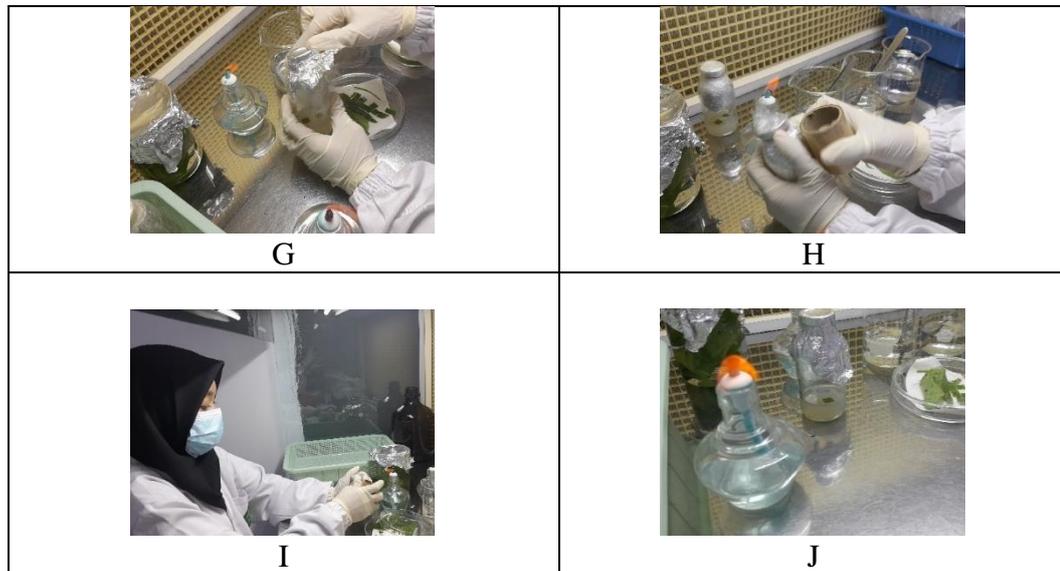
Langkah pelaksanaan sebagai berikut:

1. Melakukan sterilisasi *Laminar Air Flow* (LAF) dengan alkohol 96% dan lap menggunakan tissue pada setiap bagian LAF yang akan digunakan;
2. Mengambil botol media MS yang sudah dibuat dan disimpan di ruang inkubasi untuk dibawa ke *Laminar Air Flow* (LAF);
3. Menyiapkan 3 buah bunsen yang dinyalakan di kiri, tengah, dan kanan posisi untuk penanaman;
4. Menyiapkan 3 *beaker glass* berukuran 250 ml. Menggunakan ketiga *beaker glass* tersebut dengan membagi fungsinya, dua buah *beaker glass* diisi dengan aquades, dan 1 buah diisi dengan Alkohol 96% untuk sterilisasi alat yang digunakan;
5. Menyiapkan pinset dan pisau scalpel untuk penanaman, kedua alat tersebut disimpan terlebih dahulu pada alkohol;
6. Sebelum digunakan, pinset dan pisau scalpel dicelupkan kedalam Alkohol lalu dipanaskan pada bunsen, dan celupkan ke dalam aquades;
7. Setelah digunakan, pinset dan pisau scalpel dicelupkan ke dalam aquades, lalu dipindahkan ke dalam alkohol dan dipanaskan menggunakan bunsen, lakukan hal yang sama setiap sebelum dan sesudah penggunaan kedua alat tersebut.

8. Menyiapkan cawan petri berisi kertas saring untuk media pemotongan daun.
9. Menggunakan pinset untuk mengambil daun talas, letakkan di atas cawan petri.
10. Menggunakan pisau scalpel untuk memotong bagian daun yang akan digunakan untuk penanaman.
11. Menyiapkan botol media yang akan digunakan, buka terlebih dahulu aluminium foil.
12. Menggunakan pinset untuk menanamkan daun talas yang sudah dipotong pada media botol kaca, tutup kembali dengan aluminium foil, karet, dan lakukan *wrapping*.
13. Masukkan kembali daun talas pada botol yang telah terisi media dengan tahapan yang sama seperti sebelumnya.
14. Kemudian media yang sudah terisi sampel daun Talas periksa kembali jika sudah dipastikan di *wrapping* dengan baik, simpan di dalam ruang inkubasi dengan suhu ruangan 16⁰C.

Proses kultur terlihat pada Gambar 3.6 berikut.





Gambar 3. 6 Proses kultur

Mengambil sampel dari *beaker glass* menggunakan pinset (A), Menyimpan sampel pada cawan petri (B), Memotong sampel berukuran 1x1 menggunakan pisau Scalpel (C), Mendekatkan botol kultur pada bunsen (D), Mengambil sampel dari cawan petri (E), Memasukkan sampel yang sudah dipotong ke dalam botol (F), Menutup botol dengan aluminium foil (G), *Wrapping* pada botol kultur (H), Melakukan *wrapping* di dekan bunsen (I), dan bunsen tetap menyala hingga akhir proses kultur (J)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik pengamatan secara langsung pada objek penelitian, yaitu mengamati indikator pertumbuhan kalus Talas Beneng terdiri atas parameter utama yaitu pertumbuhan eksplan membentuk kalus, waktu muncul kalus, fase pertumbuhan kalus, dan persentase hidup. Serta parameter pendukung yaitu morfologi (warna dan tekstur) kalus. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa kamera dan alat tulis serta pengamatan dengan mikroskop medan gelap pada akhir pengamatan. Pengamatan pada parameter utama pertumbuhan eksplan membentuk kalus dan fase pertumbuhann kalus digunakan *skoring* untuk mempermudah pengamatan, Adapun *skoring* pada parameter pertumbuhan eksplan membentuk kalus, dan fase pertumbuhan kalus pada tabel 3.4 dan 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3. 4 Skor Pertumbuhan Eksplan Membentuk Kalus

Skor	Karakterisasi
1	Eksplan tidak mengalami pembengkakan
2	$\leq 25\%$ pembengkakan pada eksplan (1/4 bagian daun)
3	$> 25\% - 50\%$ pembengkakan pada eksplan (2/4 bagian daun)
4	$> 50\% - 75\%$ pembengkakan pada eksplan (3/4 bagian daun)
5	$> 75\% - 100\%$ pembengkakan pada eksplan (4/4 bagian daun)

Tabel 3. 5 Skor Fase Pertumbuhan Kalus

Skor	Karakterisasi
1	Fase pertama adalah fase dimana sel masih bersiap-siap untuk membelah (fase lag) (setelah eksplan ditanam pada media)
2	fase kedua adalah fase eksponen dimana pembelahan sel terjadi secara cepat (Muncul kalus sebagai tanda adanya pembelahan sel disebut juga fase PEM dan/atau fase globular)
3	fase ketiga pembelahan terjadi secara lambat dan ukuran sel membesar (fase linear)
4	Fase keempat pertumbuhan kalus mulai melambat (terjadi penurunan respon fisiologis)
5	Fase kelima, pertumbuhan menjadi konstan atau tidak ada pertumbuhan (fase stasioner)

3.7 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian digunakan sebagai alat bantu untuk mengumpulkan data kegiatan agar mempermudah mendapatkan data hasil penelitian. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini *terlampir*.

3.8 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini berasal dari instrumen hasil pengamatan uji Laboratorium yang dirancang oleh peneliti. Data yang terkumpul dalam penelitian ini akan dilakukan analisis data sebagai berikut.

3.8.1 Uji Normalitas

Data yang diperoleh dari penelitian adalah data primer dan berskala rasio berupa hasil pengukuran pengaruh zat pengatur tumbuh dan *Benzyl Amino Purine* (BAP) dan *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) terhadap pertumbuhan kalus Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) melalui kultur *in vitro*. Untuk mengetahui data hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak, maka pengolahan data perlu dilakukan uji normalitas. Data primer yang dihasilkan dari penelitian dilakukan uji normalitas menggunakan *software SPSS (Statistical Product and Service Solution)*

version 25. Data primer dilakukan uji normalitas dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* dikarenakan untuk menguji dua sampel yang telah disusun dalam daftar distribusi frekuensi yang berkisar 30-150 dan membandingkan dengan distribusi data normal baku (Hermawan, 2020). Apabila data primer hasil uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji homogenitas. Uji Homogenitas varians yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah ANOVA yang dilanjutkan dengan Teknik Tukey atau HSD (*High Significant Difference*). Uji Homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Apabila data bervariasi homogen maka dilanjutkan dengan uji hipotesis. Namun apabila data tidak berdistribusi normal, maka data tidak dilanjutkan dengan uji homogenitas.

3.8.2 Uji Hipotesis

Apabila data hasil analisis berdistribusi normal dan bervariasi homogen, untuk pengujian hipotesis dilakukan dengan analisis varian (ANOVA) dan apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%. Namun apabila data tidak berdistribusi normal dan tidak bervariasi homogen, maka tidak dapat dilanjutkan dengan uji ANOVA dikarenakan tidak memenuhi prasyarat analisis. Sehingga apabila data tidak berdistribusi normal akan dilanjutkan dengan statistik non-parametrik yaitu Uji Kruskal-Wallis.

3.9 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Februari sampai dengan April 2024 di Laboratorium Kultur Jaringan Pendidikan Biologi Universitas Siliwangi dengan *timeline* pelaksanaan *terlampir*.



Gambar 3. 7 Laboratorium Kultur Jaringan dan Mikrobiologi

Sumber: Dokumentasi Pribadi