

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Pisang Cavendish (*Musa paradisiaca* L.)

Pisang (*Musa paradisiaca* L.) termasuk famili Musaceae, merupakan buah-buahan yang berasal dari Asia Tenggara, tersebar diseluruh dunia, termasuk dalam komoditas hortikultura yang krusial serta menjadi komoditas perdagangan yang mempunyai reputasi internasional (Budi, 2020). Salah satu jenis pisang yang dibudidayakan adalah pisang Cavendish (*Musa paradisiaca* L.).

Secara sistematis tanaman pisang Cavendish dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Famili	: Musaceae
Genus	: Musa
Spesies	: <i>Musa acuminata</i>
Ploidi	: Triploid A (AAA)
Varietas	: Cavendish <i>Musa paradisiaca</i> L.

2.1.1 Akar

Perakaran pisang adalah sistem radix adventicia atau perakaran serabut. Akar pisang menjalar secara ekstensif 4-5 meter dari induk dan kedalaman tanah sedalam 75 cm. Akar utama memiliki ketebalan 5-8 mm, berwarna putih (Kaleka, 2013)

2.1.2 Batang

Pisang merupakan tanaman yang unik. Batang yang sebenarnya disebut umbi atau rimpang. Sedangkan batang semu (palsu) sering dianggap sebagai batang sesungguhnya. Batang semu berwarna hijau sampai jambon tua, pigmentasi batang semu berwarna coklat ungu tua, tidak bercabang dengan ketinggian mencapai 1,5 - 2 m. Batang semu terbentuk oleh tumpang tindih padat pelepah daun (selubung daun) yang tumbuh dari batang bawah tanah hingga mencapai ketebalan 20- 50 cm (Fakhriani, 2015). Lebih jelas warna batang disajikan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Warna Batang dan Pigmentasi pada Batang Semu
 Sumber : Koleksi Pusat Penelitian LIPI, 2018

2.1.3 Daun

Tanaman pisang tergolong daun lengkap. Pada daun dewasa terdiri dari atas pelepah daun, tangkai daun, helaian daun. Helai daun yang tumbuh di kanan kiri tulang daun disebut lembar daun. Daun pisang berbentuk memanjang. Permukaan daun dan bawahnya dilapisi lilin sehingga daun tidak mudah basah karena tetesan air tapi mudah sobek akibat angin (Mudita, 2012).

Daun pisang Cavendish memiliki panjang 184 cm dan lebar daun 62 cm. Panjang tangkai daun mencapai 30 cm. Memiliki warna tulang daun pada permukaan atas maupun bawah berwarna hijau kekuningan, sedangkan warna permukaan atas daun berwarna hijau dan warna permukaan bawah daun berwarna hijau muda. Bentuk daun bagian pangkal kedua sisi melancip. Lapisan lilin pada daun bagian bawah sangat sedikit (Koleksi Pusat Penelitian LIPI, 2018). Lebih jelas daun pisang cavendish disajikan pada gambar 2.2.



Pangkal Daun

Gambar 2.2 Pangkal Daun Pisang Cavendish
 Sumber : Koleksi Pusat Penelitian LIPI, 2018

2.1.4 Bunga Pisang

Pada akhir pertumbuhan vegetatif, batang pisang akan menghasilkan pertumbuhan yang memanjang untuk membentuk rangkaian bunga. Rangkaian bunga terdiri dari beberapa baris bunga yang masing-masing ditutupi dengan selundang (*bract*) pada saat belum membuka disebut dengan jantung pisang. Jantung pisang berwarna merah keunguan. Setelah bunga membuka, rangkaian bunga betina terbentuk di bagian pangkal, sedangkan rangkaian bunga jantan di bagian ujung tandan. Ovarium bunga bersifat inferior yang merupakan bahwa bagian-bagian bunga terletak pada bagian ujungnya. Bunga pisang tergolong sebagai bunga unisexualis berumah satu (*monoecus*). Bunga pisang merupakan bunga majemuk dengan karangan bunga berbentuk bulir (*spica*) yang diselubungi selundang daun (*sphata*) berwarna merah. Bagian *sphata* adalah bagian dari bunga yang paling sering dimanfaatkan sebagai obat (Mudita, 2012).

Pada perbungaan jantan memiliki panjang tangkai tandan 34 cm, terdapat bulu pada tangkai tandan dan posisi tandan tergantung (vertikal). Pada bagian jantung, bentuk jantung seperti gasing dan memiliki panjang 18 cm serta diameter jantung 6,8 cm. Pada bagian braktea berbentuk melancip pada ujungnya, braktea bagian dalam berwarna kuning muda sampai merah sedangkan pada braktea luar berwarna ungu dan warna pangkal braktea memudar (Koleksi Pusat Penelitian LIPI, 2018). Lebih jelas bentuk jantung pisang disajikan pada gambar 2.3.



Bentuk Jantung



Warna Braktea Bagian Luar



Warna Braktea Bagian Dalam

Gambar 2.3 Bentuk Jantung dan Warna Braktea
Sumber : Koleksi Pusat Penelitian LIPI, 2018

2.1.5 Buah

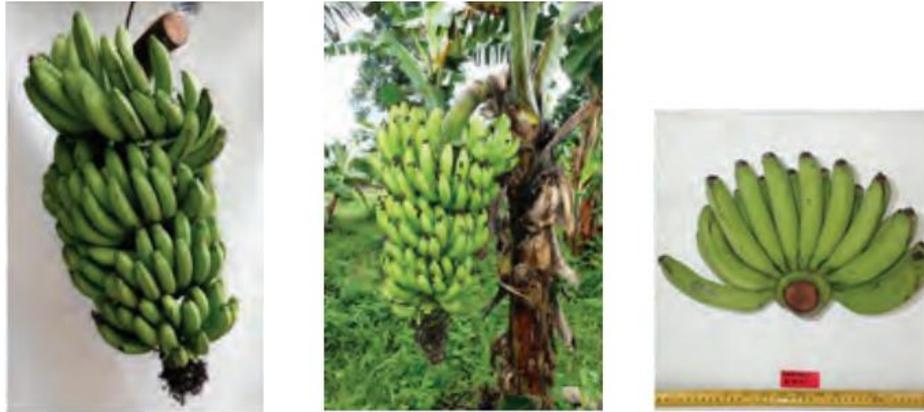
Buah pisang berasal dari perkembangan masing-masing bunga pisang. Seluruh individu buah yang berkembang dari barisan bunga dalam satu selundang disebut sisir, sedangkan seluruh individu buah berkembang dari satu rangkaian bunga disebut tandan. Buah pisang berkulit hijau pada saat masih muda dan berubah menjadi kuning atau tetap hijau, namun ada juga yang merah ketika tua (Mudita, 2012). Pisang biasanya dipanen 18 bulan setelah tanam atau dalam kondisi optimal 80-110 hari setelah tanaman berbunga.

Pisang cavendish memiliki umur panen 10 sampai 12 bulan, jumlah buah per sisirnya 16 – 24 buah, dan berat buah 123 – 128 g. Panjang tandan berkisar antara 60 sampai 100 cm dengan berat 15 – 30 kg. Setiap tandan terdiri dari 8 sampai 13 sisir dan setiap sisir ada 12 – 22 buah. Daging buah berwarna putih kekuningan, rasanya manis sedikit masam, dan bertekstur lunak (Indrati dan Murdijati, 2013). Lebih jelas kandungan buah pisang disajikan pada tabel 2.1 dan buah pisang pada gambar 2.4.

Tabel 2.1 Kandungan Buah Pisang

Komposisi	Jumlah
Brix	10,5 %
Pati	10,5 %
Energi Total	69,34 kkal/100g
Kadar Air	81,97 %
Kadar Abu	1,02 %
Lemak Total	0,62 %
Protein	0,92 %
Karbohidrat Total	15,53 %
Kalium	268,52 mg
Serat Pangan	4,88 %
Gula Total	8,49 %
Vitamin C	<1,55ppm

Sumber : Koleksi Pusat Penelitian LIPI, 2018



Gambar 2.4 Buah Pisang
Sumber : Koleksi Pusat Penelitian LIPI, 2018

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Pisang Cavendish

2.2.1 Iklim

Tanaman pisang dapat tumbuh di iklim tropis basah, lembab hingga hangat yang mendukung pertumbuhan. Pisang masih bisa tumbuh di daerah subtropis, pada kondisi tanpa air dikarenakan batangnya yang berair dapat mensuplai air, namun produksinya tidak akan maksimal dibandingkan daerah tropis (Riono, 2019).

2.2.2 Ketinggian

Tanaman ini toleran akan ketinggian dan kekeringan. Tanaman pisang dapat tumbuh di dataran rendah sampai pegunungan setinggi 1500 mdpl. Produktivitas pisang yang optimum akan dihasilkan pisang yang ditanam pada tanah datar pada ketinggian dibawah 500m. Tanaman pisang umumnya tumbuh dan berproduksi secara optimal di daerah yang memiliki ketinggian diantara 400-600 mpdl. Di dataran tinggi umur tanaman hingga berbuah menjadi lama dan kulitnya tebal (Kaleka, 2013).

2.2.3 Suhu

Suhu rata-rata tahunan yang baik untuk pertumbuhan tanaman pisang berkisar antara 18-35 °C. Suhu yang sangat panas diatas 35°C dan suhu lembab dibawah 18°C dapat menghambat pertumbuhan tanaman pisang (Kaleka, 2013). Pada sentra produksi tanaman pisang, suhu udara tidak pernah turun sampai di bawah 15°C dalam jangka waktu yang lama.

2.3 Kultur Jaringan *In vitro*

Kultur jaringan adalah sebuah metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan, organ juga menumbuhkannya dalam kondisi aseptik sehingga bagian dapat bereproduksi dan beregenerasi seluruh tanaman kembali. Teknik kultur jaringan adalah salah satu cara untuk mendapatkannya bahan tanam bebas patogen karena menghasilkan lebih banyak benih banyak dalam waktu relatif singkat, gratis penyakit, tidak bergantung pada iklim dan cuaca, menghasilkan tanaman yang sehat, memelihara sifat baik orang tua, tidak membutuhkan lahan yang luas pembibitan, sedikit tenaga kerja, dan bisa memperbanyak tanaman tertentu yang sulit jika diperbanyak secara konvensional (Ziraluo, 2021).

Kultur jaringan adalah salah satu teknik dalam ilmu perkembangan tumbuhan dengan cara menumbuhkan sel-sel jaringan atau organ-organ yang diisolasi yang berasal dari tanaman induk dan ditumbuhkan dalam media buatan yang mengandung nutrisi yang telah dikondisikan. Setiap jenis tanaman atau varietas memiliki persyaratan yang berbeda cara dalam memulai dan memelihara tanaman di media buatan (Singh, 2018).

Tahapan kultur jaringan terdiri atas inisiasi, multiplikasi, perpanjangan dan induksi akar (pengakaran), dan aklimatisasi. Kegiatan inisiasi merupakan kegiatan mulai dari persiapan eksplan, sterilisasi eksplan hingga mendapatkan eksplan yang bebas dari mikroorganisme kontaminan. Multiplikasi merupakan tahap perbanyakkan eksplan dengan subkultur (pemindahan eksplan dalam media baru yang berisi ZPT secara berulang-ulang untuk mempertahankan stok bahan tanaman (eksplan). Pengakaran adalah proses terakhir sebelum planlet dipindahkan ke kondisi luar. Aklimatisasi ialah proses pemindahan/pengadaptasian planlet dari kondisi *in vitro* ke kondisi luar/lapangan (Kumar dan Reddy, 2011) dalam (Handoyowati 2016).

Kesuksesan dalam metode kultur jaringan sangat bergantung pada komposisi media yang digunakan. Media kultur jaringan tanaman menyediakan tidak hanya makro dan mikro nutrisi, tetapi juga sumber karbohidrat utama adalah sukrosa atau gula, untuk menggantikan karbon itu biasanya diperoleh dari atmosfer melalui fotosintesis. Oleh karena itu, pertumbuhan dan hasil panen yang lebih baik akan

diperoleh ketika ditambahkan ke media tanam seperti vitamin, asam amino dan zat pengatur tumbuh (Ziraluo, 2021).

Kultur jaringan memiliki berbagai manfaat antara lain yaitu dapat menghasilkan tanaman baru dalam jumlah besar dalam waktu singkat, dengan sifat dan kualitas yang sama. Menurut Harahap, Arisah, Harifah, Nikmatul, Mitra, Syamsi, Herbert dan Ramlan (2019) manfaat yang bisa didapatkan dari kultur jaringan antara lain :

1. Perbanyak klon secara tepat.

Pada prinsipnya, dengan menggunakan teknik kultur jaringan setiap sel dapat diinduksi untuk beregenerasi menjadi individu tanaman lengkap dengan sifat genetik yang identik satu sama lain. Dalam waktu yang singkat dapat menghasilkan individu tanaman dalam jumlah yang besar.

2. Menghasilkan tanaman bebas virus.

Kultur jaringan tanaman dapat menyediakan bahan tanaman yang bebas dari patogen dalam jumlah yang besar.

3. Produksi bahan-bahan sekunder.

Produksi bahan-bahan sekunder digunakan untuk mengeksploitasi sel, jaringan, organ atau seluruh organisme dengan menumbuhkannya secara *in vitro* dan manipulasi genetik untuk mendapatkan senyawa yang dibutuhkan seperti hormon , enzim, protein, antigen, bahan tambahan pangan dan pestisida alami.

4. Produksi tanaman sepanjang tahun.

Teknik kultur jaringan tidak tergantung terhadap musim sehingga melalui teknik kultur jaringan ini terdapat peluang untuk memperbanyak tanaman sepanjang tahun.

5. Pelestarian plasma nutfah.

Kultur jaringan menjadi suatu cara yang praktis untuk menyimpan bahan tanaman dari genotip terpilih baik tanaman pertanian maupun tanaman langka yang terancam punah.

6. Perbanyak tanaman yang sulit diperbanyak secara vegetatif konvensional.

Melalui teknik kultur jaringan dapat dilakukan manipulasi terhadap lingkungan kultur (perlakuan hormon, cahaya, suhu) atau dengan

menggunakan bahan eksplan yang memiliki daya meristematik yang tinggi, terutama dilakukan terhadap jenis tanaman yang sangat sulit diperbanyak secara vegetatif konvensional.

Teknik kultur jaringan *in vitro* memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan yang diperoleh ialah dapat memperbanyak tanaman tertentu yang sangat sulit dan lambat diperbanyak secara konvensional, dalam waktu singkat dapat menghasilkan jumlah bibit yang besar, perbanyakannya tidak membutuhkan tempat yang luas, dapat dilakukan setiap tahun tanpa ada batas musim, bibit yang dihasilkan lebih sehat, dan biaya pengangkutan bibit lebih murah. Sedangkan kelemahannya adalah dibutuhkan biaya yang relatif lebih besar untuk pengadaan laboratorium dan dibutuhkan keahlian khusus untuk pengerjaannya.

2.3.1 Subkultur Jaringan

Subkultur merupakan pemindahan kultur yang aseptik dari satu media ke media kultur yang lain, baik media kultur dengan komposisi yang sama maupun berbeda, dengan jangka waktu tertentu. Masa kultur saat aseptik berada di dalam media disebut masa inkubasi. Setiap masa inkubasi disebut *passage*. Subkultur pertama dari jaringan yang berasal dari eksplan awal disebut *passage* pertama. Sedangkan *passage* kedua yaitu subkultur kedua dan seterusnya. Masa inkubasi yang dibutuhkan setiap kultur dan setiap spesies berbeda. Bahan yang diambil dari setiap subkultur disebut inokulan. Inokulan bisa berupa eksplan maupun tunas yang steril. Subkultur eksplan dilakukan dengan cara memindahkan eksplan yang dibutuhkan, yang dimana eksplan dipotong terlebih dulu dengan ukuran eksplan yang berukuran lebih kecil dari sebelumnya, sehingga ruang untuk tunas baru yang akan terbentuk dapat bertambah. Hal tersebut merupakan salah satu tujuan dilakukannya subkultur, sedangkan subkultur tunas yang steril dilakukan dengan memindahkan tunas yang sebelumnya telah dipotong daunnya yang bertujuan untuk mengurangi resiko kontaminasi (Riono, 2019).

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Teknik *In vitro*

2.4.1 Eksplan Pisang Cavendish

Eksplan adalah potongan jaringan yang diisolasi dari tanaman digunakan untuk inisiasi kultur *in vitro*. Eksplan adalah fragmen tanaman yang diisolasi untuk inisiasi kultur jaringan. Tanggapan setiap eksplan dalam kultur jaringan akan

berbeda. Kemampuan regenerasi eksplan dalam kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh jenis eksplan, varietas eksplan, umur sumber eksplan tanaman induk, kondisi fisiologis, dan ukuran eksplan (Handoyowati, 2016).

Eksplan adalah bagian tanaman yang digunakan untuk pengulturan awal. Eksplan bisa berupa pucuk tunas, potongan daun atau akar, kotiledon, aksis embrio dalam biji, biji utuh, bagian bunga dan sebagainya. Salah satu karakteristik kultur jaringan tanaman khususnya adalah kultur harus aseptik, maka eksplannya untuk dibudidayakan atau ditanam di media kultur harus dibuat secara aseptik. Bagian tumbuhan untuk eksplan yang berasal dari tumbuhan keseluruhan yang tumbuh di alam atau di rumah kaca. Permukaan terluar hingga yang terdalam harus dalam kondisi aseptik, baik sehat maupun tidak menunjukkan gejala serangan hama penyakit. Untuk menghasilkan budaya yang kondisi aseptik sebelum menanam eksplan harus disterilkan (Ziraluo, 2021).

Kondisi fisiologis eksplan memegang peranan penting dalam keberhasilan teknik kultur jaringan. Secara umum, bagian vegetatif lebih siap untuk beregenerasi daripada bagian generatif. Kondisi fisiologis tanaman berbeda-beda secara alami, sejalan dengan pertumbuhan tanaman yang terkena lingkungan. Pengaturan lingkungan pabrik yang bersih dan higienis, dengan mengubah status fisiologis tanaman induk seperti memanipulasi cahaya, suhu, pasokan udara, pasokan nutrisi dan zat pengatur tumbuh mempengaruhi fisiologi eksplan (Zulkarnain, 2018).

Ukuran eksplan menentukan tingkat hidup bahan eksplan. Eksplan yang ukurannya kecil, lebih mudah disterilkan sehingga akan mengecil peluang untuk merugikan baik secara internal maupun eksternal kemampuan regenerasinya juga kecil sehingga dibutuhkan media yang kompleks dalam pertumbuhan. Semakin besar ukuran eksplan, maka akan semakin banyak kemampuan besar untuk beregenerasi, tetapi peluang untuk bahaya juga semakin besar (Zulkarnain, 2018).

2.4.2 Media Kultur Jaringan Pisang Cavendish

Keberhasilan dalam penggunaan metode kultur jaringan sangat bergantung pada komposisi media yang digunakan. Media kultur jaringan tanaman tidak hanya menyediakan unsur hara makro dan mikro, tetapi juga menyediakan sumber karbohidrat yang biasanya berupa sukrosa atau gula, yang digunakan untuk

menggantikan karbon yang didapat dari atmosfer melalui fotosintesis (Ziraluo, 2021).

Media yang biasanya digunakan dalam kultur jaringan adalah media medium padat, medium semi padat dan medium cair. Keadaan fisik media sangat mempengaruhi pertumbuhan eksplan dikarenakan memiliki efek terhadap osmolaritas larutan dalam media dan ketersediaan oksigen bagi pertumbuhan eksplan yang dikulturkan. Media yang biasanya digunakan dalam kultur jaringan adalah semi padat dengan cara menambahkan agar pada media. Media semi padat digunakan karena beberapa alasan diantaranya 1) eksplan yang berukuran kecil mudah terlihat pada media padat, 2) selama kultur jaringan keberadaan eksplan tetap pada orientasi yang sama, 3) eksplan berada di permukaan media sehingga tidak diperlukan teknik aerasi tambahan pada kultur jaringan, 4) orientasi pertumbuhan tunas dan akar tetap, 5) kalus tidak akan pecah seperti jika ditanam pada media cair (Basri, 2016).

Beberapa jenis formulasi media yang digunakan secara umum untuk berbagai jenis eksplan tanaman seperti media MS. Dan ada juga beberapa jenis media yang diformulasikan khusus untuk tanaman-tanaman tertentu misalnya WPM, VW, B5, dll. Media-media tersebut digunakan untuk berbagai tujuan seperti perkecambahan biji, kultur pucuk, kultur kalus, regenerasi kalus melalui organogenesis dan embriogenesis, media yang dibutuhkan untuk perkecambahan biji maupun perangsangan tunas-tunas umumnya lebih sederhana dibandingkan dengan media untuk regenerasi kalus (Basri, 2016).

Media MS (Murashige & Skoog) termasuk salah satu formula yang digunakan hampir semua macam tanaman pada teknik kultur jaringan. Media MS mengandung garam-garam mineral dalam jumlah yang relatif tinggi serta terkandung senyawa N dalam bentuk NO_3^- dan NH_4^+ . Pada media tanam dalam teknik kultur jaringan ditambahkan zat pengatur tumbuh yang diperlukan bagi pertumbuhan dan diferensiasi eksplan. Ada 2 jenis hormon tanaman yang sekarang banyak dipakai dalam propagasi secara *in vitro*, yaitu auksin dan sitokinin (Herawan, Mohammad, Sapto dan Ari 2015). Penggunaan media dasar yang tepat merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan dalam perbanyakan bibit

menggunakan teknik kultur jaringan sehingga dapat diperoleh hasil yang optimum (Imelda, Aida dan Laela 2018).

2.4.3 Faktor Lingkungan Tumbuh Kultur Jaringan Pisang Cavendish

Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap perkembangan kultur jaringan antara lain kelembaban, cahaya dan temperatur. Faktor suhu berpengaruh secara langsung terhadap perkembangan sel dan jaringan, pembentukan organ tanaman berkaitan erat dengan siklus perkembangan tanaman yang berada dibawah pengaruh enzim.

Umumnya suhu yang digunakan dalam kultur jaringan *in vitro* lebih tinggi daripada kondisi suhu *in vivo*. Tujuannya adalah untuk mempercepat pertumbuhan dan morfogenesis eksplan. Suhu yang biasanya digunakan pada laboratorium adalah suhu konstan, yaitu 25°C. Jika suhu siang dan malam diatur berbeda, perbedaannya umumnya 4 - 8°C, variasi yang biasa adalah 25°C pada siang hari dan 20°C pada malam hari, atau 28°C pada siang hari dan 24°C pada malam hari. Walaupun hampir semua tanaman dapat tumbuh pada kisaran suhu tersebut, namun kebutuhan suhu untuk setiap jenis tanaman pada umumnya berbeda. Tanaman dapat tumbuh dengan baik pada suhu optimumnya. Pada suhu ruangan di bawah suhu optimum pertumbuhan eksplan lebih lambat, tetapi pada suhu di atas suhu optimum pertumbuhan tanaman juga terhambat karena laju respirasi eksplan yang tinggi (Basri, 2016).

Kelembaban relatif dalam botol kultur dengan mulut botol yang tertutup umumnya cukup tinggi, yaitu berkisar antara 80 - 99%. Jika mulut botol ditutup agak longgar maka kelembaban relatif dalam botol kultur bisa lebih rendah dari 80%. Sedangkan kelembaban relatif di dalam ruang kultur umumnya sekitar 70%. Jika kelembaban ruang kultur relatif di bawah 70% saat itu akan menghasilkan media dalam botol kultur (yang tidak tertutup rapat) akan cepat menguap dan keringkan agar eksplan dan planlet tetap ada dibudidayakan akan cepat habis medianya. Namun kelembaban dalam botol kultur juga tinggi menyebabkan tanaman tumbuh tidak normal yaitu daun lemah, mudah patah, tanaman kecil (Basri, 2016).

Pada kebanyakan tanaman menggunakan teknik kultur jaringan secara *in vitro* umumnya diinkubasi di ruang penyimpanan yang memiliki penyinaran.

Sumber cahaya di ruang kultur jaringan umumnya menggunakan lampu fluorescent (TL). Hal ini dikarenakan lampu TL bisa menghasilkan cahaya warna putih dan juga sinar dari lampu TL tidak dapat meningkatkan suhu ruang kultur jaringan secara drastis. Intensitas cahaya yang diperlukan pada ruang kultur jaringan umumnya jauh lebih rendah daripada intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman dalam keadaan normal. Intensitas cahaya yang terdapat pada ruang kultur jaringan umumnya berkisar antara 600-1000 lux. Perkecambahan dan inisiasi umumnya dilakukan pada intensitas cahaya lebih rendah (Basri, 2016)

2.5 Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)

Keberhasilan perbanyakan *in vitro* sangat dipengaruhi oleh komposisi media tanam. Penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) pada media tanam kultur jaringan, merupakan salah satu komponennya penting dalam proses pertumbuhan dan pengembangan tanaman *in vitro*. Media Penanaman terdiri dari unsur hara makro, unsur hara unsur mikro, vitamin, sumber karbon, serta berbagai macam zat pengatur tumbuh, baik sintetik atau secara alami dari kelompok auksin dan sitokinin (Eriansyah *et al.*, 2014).

ZPT dapat mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis pada kultur sel, jaringan maupun kultur organ. Pemberian konsentrasi dan interaksi antara ZPT yang diberikan pada media dan ZPT endogen yang terkandung pada tanaman akan menentukan arah perkembangan suatu kultur jaringan (Bakar *et al.*, 2016).

Zat pengatur tumbuh pada tanaman merupakan senyawa organik bukan hara yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat, dan dapat merubah proses fisiologi tumbuhan. Pada umumnya ZPT yang digunakan dalam kultur jaringan adalah auksin dan sitokinin (Luthfia *et al.*, 2019). Terdapat empat kelas dari zat pengatur tumbuh atau ZPT yang penting dalam kultur jaringan tanaman, yaitu auksin, sitokinin, giberelin, dan asam absisik. Auksin dan sitokinin yang ditambahkan kedalam media kultur mempunyai tujuan untuk mendapatkan morfogenesis, meskipun perbandingan untuk mendapatkan induksi akar dan tunas bervariasi di tingkat genus, spesies bahkan kultivar.

2.5.1 NAA (Naphthalene Acetic Acid)

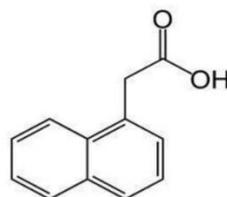
Konsentrasi NAA dalam media kultur sangat menentukan pembentukan akar pada planlet karena NAA adalah kelompok auksin yang berperan dalam

menginduksi pembelahan sel sehingga terbentuk akar. Larutan NAA merupakan salah satu kelompok hormon dari golongan auksin yang membantu merangsang pembelahan dan pembesaran serta berperan dalam pertumbuhan pucuk-pucuk baru atau tunas (Hartanti *et al.*, 2022)

Auksin atau NAA merupakan hormon yang berperan dalam merangsang pembelahan dan pembesaran sel yang terdapat pada pucuk tanaman dan menyebabkan pertumbuhan pucuk-pucuk baru. Tempat sintesis utama NAA pada tanaman yaitu di daerah meristem apikal tunas ujung. NAA dalam media yaitu senyawa yang mampu merangsang pertumbuhan kalus, merangsang pertumbuhan sel dan akar serta mengatur morfogenesis. Auksin dapat diberikan secara tunggal maupun dikombinasikan dengan sitokinin untuk menginduksi kalus. penggunaan asam naftalen asetat atau *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) untuk induksi kalus pada eksplan memberikan efek yang lebih baik dibanding dengan auksin sintetis jenis lain. Hal ini disebabkan karena NAA tidak menimbulkan mutasi genetik. NAA yang ditambahkan pada media tanam akan merangsang pembelahan sel dan sintesis protein yang dimana akan memacu pertumbuhan kalus. Umumnya penggunaan auksin pada konsentrasi yang semakin tinggi justru bersifat menghambat daripada merangsang pertumbuhan (Fitramala, 2014).

Menurut Almira (2023), NAA berkinerja lebih baik daripada IAA karena mobilitasnya yang unggul pada tanaman dan karakteristik kimia yang lebih stabil. *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) memiliki berat molekul 186,21 g/mol dengan rumus molekul. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Luthfiah *et al.*, (2019), menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi NAA 1 ppm dan Kinetin 5 ppm menunjukkan hasil terbaik pada parameter pertumbuhan akar dan tunas. Lebih jelas struktur kimia NAA disajikan pada gambar 2.5.

• a-Naphthalene acetic acid

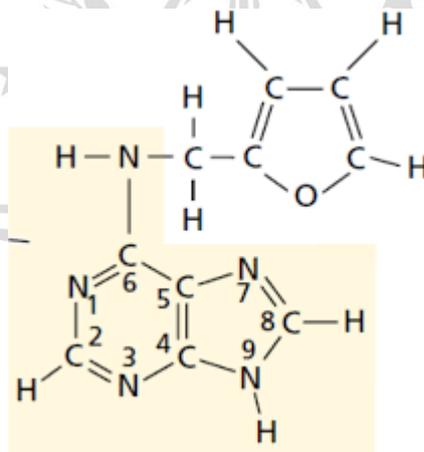


Gambar 2.5 Struktur Kimia NAA
Sumber : Wuzhouchem, 2016

2.5.2 Kinetin (6-furfuryl amino purine)

Kinetin (6-furfuryl amino purine) merupakan zat pengatur tumbuh yang tergolong kelompok sitokinin. Sitokinin merupakan salah satu hormon tanaman dari turunan adenin yang berperan dalam merangsang pembelahan sel dan diferensiasi mitosis, disintesis yang terdapat pada ujung akar dan ditranslokasikan melalui pembuluh xylem. Selain itu, kinetin digunakan untuk merangsang pertumbuhan tunas dalam budaya kultur jaringan atau tanaman induk. Sitokinin dapat mengatur keseimbangan sel. Pemberian jumlah sitokinin yang banyak dapat menghasilkan batang dan daun tanaman menjadi kecil serta pucat (Riono, 2019).

Kinetin termasuk dalam kelompok sitokinin, kelas hormon yang mendorong pembelahan sel. Kinetin awalnya diisolasi oleh Miller dan Skoog sebagai senyawa dari DNA sperma berring yang diautoklaf yang memiliki aktivitas pembelahan sel. Dinamai kinetin disebabkan karena memiliki kemampuan untuk menginduksi pembentukan kalus (bersama dengan auksin) dan meregenerasi jaringan tunas pada kalus (Dasuha, 2023). Hasil penelitian yang dilakukan Riono (2019), menunjukkan bahwa pemberian perlakuan kinetin 2 ppm memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter umur muncul tunas (9,22 hari), tinggi tunas (7,36 cm), jumlah akar (15,44 buah) dan panjang akar (5,66 cm). Lebih jelas struktur kimia kinetin disajikan pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur Kimia Kinetin
Sumber : Taiz and Zeiger, (2002) dalam Putriana (2016).