

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1 Biologi Tanaman *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp)

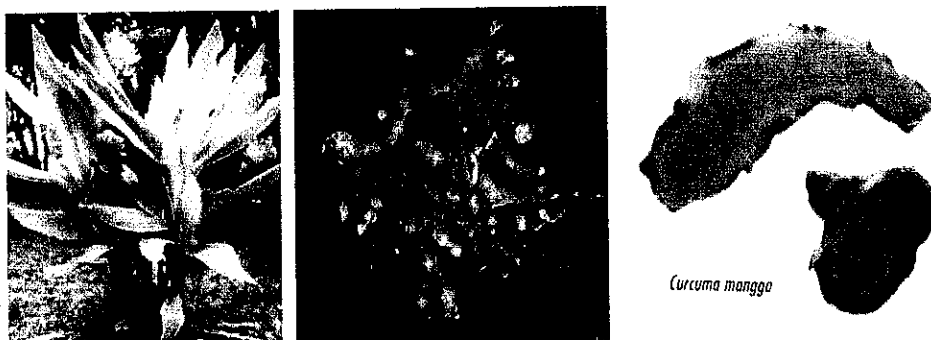
2.1.1 Klasifikasi *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp)

Klasifikasi *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp) menurut Hutapea (1993), adalah sebagai berikut :

- Divisi : Spermatophyta
- Sub Divisi : Angiospermae
- Kelas : Monocotyledonae
- Bangsa : Zingiberales
- Famili : Zingiberaceae
- Marga : *Curcuma*
- Jenis : *Curcuma mangga* Vall.et.Zyp.

2.1.2 Morfologi *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp)

Curcuma mangga (Vall.et.Zyp) merupakan tanaman semak yang berumur tahunan, tingginya dapat mencapai 2 meter. Daun berbentuk lanset dengan ujung runcing (Muhlisah, 2003 ; Syukur, 2003). Tepi daun rata, tepi ibu tulang daun berwarna hijau, helaian daun berwarna hijau muda sampai hijau tua, panjang daun antara 30-60 cm dan lebar daun antara 7-15 cm. Bunga berbentuk malai dan berwarna putih. Rimpang berwarna putih, warna bagian dalam kuning muda sampai kuning, rasa tidak pahit serta mempunyai aroma mangga (Syukur, 2003).



Gambar 1. Tanaman dan rimpang *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp)

2.1.3 Kandungan Kimia dan Manfaat *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp)

Rimpang dan daun *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp) mengandung saponin, flavonoid, dan polifenol (Hutapea, 1993). Selain itu rimpangnya juga mengandung kurkumin. Flavonoid, polifenol dan kurkumin dikenal sebagai senyawa antioksidan alamiah. Komponen senyawa kimia utama dari rimpang *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp) diantaranya *2-norborne*, *3-methylene*, *caryophylen oxide*, *cyclopentane acetaldehyde*, *caryophylen*, dan *cinnamyltigate* (Syukur, 2003). Rimpang *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp) berkhasiat untuk mengecilkan rahim, menambah nafsu makan, pengurang lemak perut, menguatkan syahwat, penangkal racun, mengobati bronkhitis, asma, dan radang yang disebabkan oleh luka (Muhlisah, 2003).

2.2 Kultur Jaringan (Kultur *in vitro*)

Penggunaan istilah kultur jaringan perlu dipahami perbedaannya dengan istilah kultur *in vitro* agar tidak terjadi kerancuan dalam penggunaan istilah tersebut. Menurut Hendaryono & Wijayani (1994), kultur jaringan dalam bahasa asing disebut “tissue culture”. Kultur adalah budidaya sedangkan jaringan adalah

sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Maka, kultur jaringan berarti membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat seperti induknya. Seiring berkembangnya jaman bahan tanam yang dikultur mengalami perluasan berupa sel, jaringan dan organ sehingga istilah kultur jaringan sudah tidak tepat lagi. Maka para ahli menawarkan istilah kultur *in vitro* sebagai istilah yang mewadahi kegiatan yang telah berkembang itu. George & Sherrington (1984) menjelaskan bahwa teknik kultur *in vitro* adalah teknik perbanyakan tanaman dengan menggunakan bagian tanaman yang berukuran kecil (eksplan) yaitu berupa sel, jaringan, atau organ tanaman yang dipelihara pada medium khusus dalam kondisi aseptis (bebas patogen).

Pelaksanaan teknik kultur jaringan ini berdasarkan teori sel yang dikemukakan oleh Schleiden dan Schwann, yaitu bahwa sel mempunyai kemampuan bertotipotensi. Totipotensi adalah kemampuan setiap sel, dari mana saja sel tersebut diambil, apabila diletakkan dalam lingkungan yang sesuai akan tumbuh menjadi tanaman yang sempurna (Hendaryono & Wijayani, 1994).

Teknik kultur jaringan mempunyai manfaat dan keunggulan dibandingkan dengan perbanyakan tanaman secara konvensional. Beberapa manfaat teknik kultur jaringan di bidang agronomi sebagai berikut :

1. Membantu perbanyakan vegetatif tanaman dalam rangka penyediaan bibit dari induk dalam skala besar.
2. Membantu mendapatkan bibit-bibit baru yang lebih unggul dan bebas dari virus yang dibawa oleh induknya.

3. Membantu program pemuliaan tanaman untuk menghasilkan tanaman yang lebih baik.
4. Membantu proses konservasi plasma nutfah tanaman.
5. Produksi persenyawaan kimia untuk keperluan farmasi dan bahan pewarna untuk industri makanan dan kosmetik di dalam kultur sel (Gunawan, 1995).

Perbanyakan tanaman secara kultur jaringan mempunyai beberapa kelebihan sebagai berikut :

1. Untuk memperbanyak tanaman tertentu yang sulit atau sangat lambat diperbanyak secara konvensional. Perbanyakan tanaman secara kultur jaringan menawarkan peluang besar untuk menghasilkan jumlah bibit tanaman yang banyak dalam waktu relatif singkat sehingga lebih ekonomis.
2. Perbanyakan tanaman secara kultur jaringan tidak memerlukan tempat yang luas.
3. Teknik perbanyakan tanaman secara kultur jaringan dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa bergantung pada musim.
4. Bibit yang dihasilkan lebih sehat.
5. Memungkinkan dilakukannya manipulasi genetik (Yusnita, 2003).

Menurut Street (1972), keberhasilan dari kultur jaringan ditentukan oleh berbagai faktor seperti pemilihan eksplan, keadaan yang steril, kecukupan nutrisi dan pengaruh faktor lingkungan.

2.2.1 Eksplan

Eksplan adalah bagian tanaman (dapat berupa sel, jaringan, atau organ) yang digunakan sebagai bahan awal yang ditanam dalam media kultur *in vitro* (Gunawan, 1995). Bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan sebaiknya merupakan bagian yang mempunyai sel aktif membelah, berasal dari tanaman induk yang sehat dan berkualitas tinggi. Meskipun pada prinsipnya semua sel dapat ditumbuhkan, tetapi sebaiknya eksplan dipilih dari bagian tanaman yang masih muda, yaitu daun muda, ujung akar, ujung batang, keping biji atau tunas (Ambarwati, 1987). Menurut George & Sherrington (1984), ukuran eksplan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan eksplan *in vitro*. Apabila eksplan terlalu kecil menyebabkan ketahanan eksplan yang kurang baik dalam kultur dan apabila eksplan terlalu besar, akan mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme.

2.2.2 Media Kultur

Komposisi media kultur sangat berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan eksplan yang ditanam secara *in vitro*. Media kultur yang memenuhi syarat adalah media yang mengandung unsur makro dan unsur mikro dalam kadar dan perbandingan tertentu, sumber tenaga, air, asam amino, vitamin, dan zat pengatur tumbuh. Selain itu perlu ditambah agar sehingga terjadi kontak antara jaringan tanaman dengan media dan udara (Wetherell, 1982).

Hingga saat ini dikenal beberapa jenis media dengan komposisi kimia yang berbeda dan dapat digunakan untuk kultur *in vitro* dari tanaman tertentu. Media yang sering digunakan untuk sebagian besar spesies tanaman yang termasuk dikotil maupun monokotil adalah media Murashige dan Skoog (media

MS) (Dixon, 1985). Suryowinoto (1996) menyebutkan bahwa media MS memiliki unsur-unsur dan persenyawaan yang lebih lengkap dibandingkan dengan medium yang lain. Menurut Street (1972), kadar mineral dalam media MS relatif lebih tinggi dibandingkan media lain. Media MS mempunyai keistimewaan yaitu memiliki kandungan mikronutrien yang tinggi. Staba (1988) menambahkan bahwa umumnya mineral-mineral ini akan mendukung pertumbuhan sel-sel tanaman dalam kultur *in vitro*. Sebab pada media MS, nitrogen tersedia dalam bentuk campuran nitrat dan amonia sehingga kebutuhan nitrogen akan selalu terpenuhi. Menurut George & Sherrington (1984), sumber nitrogen lain adalah asam amino yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh jaringan tanaman daripada nitrogen yang terdapat dalam bentuk nitrogen anorganik. Asam amino berperan sebagai bahan pembangun protein.

Beberapa komponen media kultur jaringan yang penting adalah :

a. Air

Air merupakan komponen yang penting di dalam pengkulturan eksplan karena 95% dari media mengandung air. Pada kultur *in vitro* digunakan air suling yang telah disterilkan dengan autoklaf sehingga steril dari kontaminasi mikroorganisme atau substansi yang dapat merusak proses perkembangan eksplan (Katuuk, 1989).

b. Larutan Garam Anorganik

Tiap tanaman memerlukan setidaknya 6 elemen makronutrien, yaitu unsur yang diperlukan dalam jumlah besar meliputi N, K, Mg, Ca, S, P, dan 7 elemen mikronutrien, yaitu unsur yang diperlukan dalam jumlah kecil meliputi Fe, Mn,

Zn, Cu, B, Mo, Cl (Wetherell, 1982). Unsur-unsur makro biasanya diberikan dalam bentuk NH_4NO_3 , KNO_3 , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan KH_2PO_4 , sedangkan unsur mikro biasanya diberikan dalam bentuk $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , KJ, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Hendaryono & Wijayani, 1994). Sedangkan unsur besi (Fe) diberikan dalam bentuk $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot \text{H}_2\text{O}$. Menurut Street (1972) senyawa EDTA diberikan bersama-sama dengan unsur Fe karena senyawa ini berfungsi sebagai "chelating agent" yang dapat mencegah pembentukan dan pengendapan Ferihidroksi ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) yang tidak terlarut dan dapat menyebabkan defisiensi unsur Fe dari media.

c. Zat-zat Organik

1. Karbohidrat

Karbohidrat mempunyai dua fungsi utama dalam kultur *in vitro* yaitu sebagai sumber energi untuk jaringan dan untuk keseimbangan tekanan osmotik dalam media. Unsur-unsur C, H, O merupakan elemen penyusun utama senyawa karbohidrat. Bahan-bahan organik yang termasuk karbohidrat meliputi gula (sukrosa, fruktosa dan glukosa), pati dan selulosa. Sukrosa merupakan karbohidrat yang sering digunakan meskipun kadang-kadang diganti dengan glukosa (Wetherell, 1982). Menurut Yusnita (2003), glukosa dan fruktosa dapat digunakan tetapi harganya lebih mahal dan hasilnya tidak selalu lebih baik daripada sukrosa. Konsentrasi sukrosa yang digunakan berkisar 1-5% (10-50 g/L), tetapi untuk kebanyakan jenis kultur konsentrasi optimum sukrosa adalah 2-3%.

2. Vitamin

Vitamin adalah bahan yang perlu ditambahkan dalam media kultur *in vitro*, sebab sel bagian tanaman yang dikulturkan secara *in vitro* belum mampu membuat vitamin sendiri untuk kehidupannya (Katuuk, 1989). Vitamin yang sering ditambahkan dalam media adalah tiamin (Vitamin B₁), asam nikotinat (Niasin), piridoksin (Vitamin B₆), Riboflavin (vitamin B₂), Biotin, vitamin C (asam askorbat), vitamin E, dan mio-inositol sebagai zat suplemen karena bermanfaat mendorong pertumbuhan dan morfogenesis (George & Sherington, 1984). Menurut Wetherell (1982), vitamin berfungsi sebagai katalisator, stimulator pertumbuhan dan meminimalkan stress eksplan dalam kultur. Hendaryono & Wijayani (1994) menambahkan bahwa tiamin adalah vitamin esensial untuk hampir semua kultur jaringan tumbuhan. Fungsi tiamin adalah mempercepat pembelahan sel pada meristem akar dan juga berperan sebagai koenzim dalam reaksi yang menghasilkan energi dari karbohidrat. Vitamin C berlaku sebagai antioksidan atau mencegah terjadinya pencoklatan (*browning*) yang disebabkan adanya oksidasi senyawa fenol (Wetherell, 1982). Mio-inositol merupakan heksitol (gula alkohol berkarbon enam) sering digunakan sebagai salah satu komponen media yang penting, karena terbukti merangsang pertumbuhan jaringan yang dikulturkan. Mio-inositol dapat digunakan pada konsentrasi 100-5.000 mg/L, tetapi paling efektif pada konsentrasi 100 mg/L (Yusnita, 2003).

3. Asam Amino

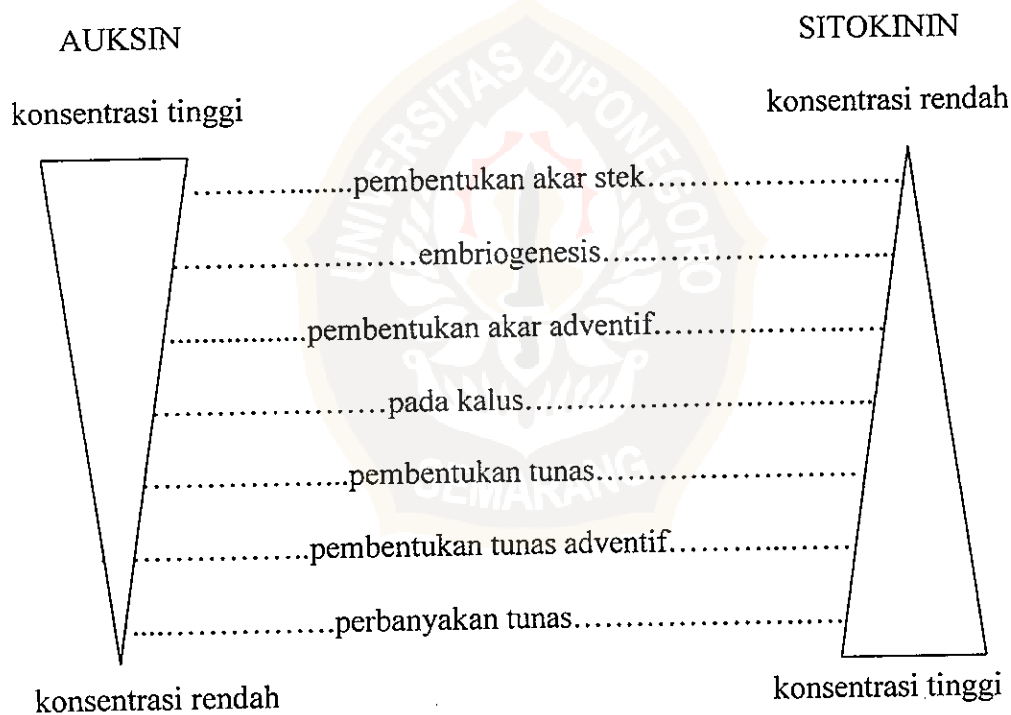
Asam amino merupakan sumber nitrogen organik yang diperlukan untuk pertumbuhan eksplan. Asam amino yang sering digunakan adalah L-glutamin, asam aspartat, L-arginin, dan glisin (Yusnita, 2003). Setiap jenis asam amino memberikan pengaruh yang berbeda untuk setiap jenis kultur. Beberapa asam amino memang membuktikan mempunyai pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan (George & Sherrington, 1984). Misalnya, L-sistein dapat mengurangi *browning* pada kultur jaringan tebu, seperti yang ditemukan oleh Liu (1981) dalam Gunawan (1988). Sedangkan asam amino glisin merupakan komposisi tetap pada beberapa formulasi media dengan konsentrasi 2 mg/L (White, 1939 dalam Gunawan, 1988).

d. Bahan Pekat

Media tanam dalam kultur jaringan adalah tempat untuk tumbuh eksplan. Media tanam tersebut dapat berupa larutan (cair) atau padat. Media cair berarti campuran komponen kimia dengan air suling, sedangkan media padat adalah media cair tersebut ditambah zat pekat agar. Menurut Yusnita (2003), konsentrasi agar dalam media yang lazim digunakan berkisar 6-10 g/L. Staba (1988) menambahkan bahwa agar dengan kadar 0,6-0,8% cukup untuk berbagai macam tujuan kultur sel, jaringan, atau organ karena konsentrasi agar yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan eksplan tanaman yang dikulturkan secara *in vitro*.

2.3 Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh pada tanaman adalah senyawa organik bukan hara, dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat mengubah proses fisiologis tanaman (Abidin, 1985). Zat pengatur tumbuh sangat diperlukan sebagai komponen media bagi pertumbuhan dan diferensiasi sel eksplan. Tanpa penambahan zat pengatur tumbuh dalam media, pertumbuhan dapat terhambat bahkan mungkin tidak tumbuh sama sekali. Setiap eksplan yang berasal dari organ dan spesies yang berbeda akan membutuhkan zat pengatur tumbuh yang berbeda pula (Narayanaswamy, 1994).



Gambar 2. Pengaruh perimbangan auksin dan sitokinin terhadap pertumbuhan jaringan tanaman pada kultur jaringan tanaman

(George & Sherrington, 1984)

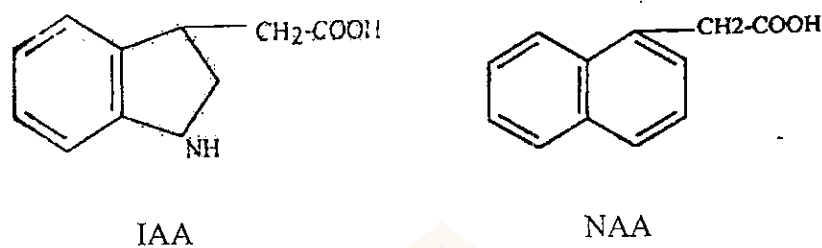
Selain itu dijelaskan pula oleh Gunawan (1988) bahwa zat pengatur tumbuh mempengaruhi pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur sel, jaringan

atau organ secara *in vitro*. Arah perkembangan kultur ditentukan oleh interaksi dan perimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diberikan dalam media kultur dan zat pengatur tumbuh yang diproduksi oleh sel tanaman secara endogen. Walaupun pada eksplan terdapat zat pengatur tumbuh endogen tetapi seringkali dalam media ditambahkan zat pengatur tumbuh eksogen untuk pertumbuhan dan perkembangan eksplan yang ditanam secara *in vitro*.

2.3.1 Auksin

Auksin sangat dikenal sebagai hormon yang mampu berperan menginduksi terjadinya kalus, mendorong proses morfogenesis kalus membentuk akar atau tunas, mendorong proses embriogenesis, dan dapat mempengaruhi kestabilan genetik sel tanaman (Santoso & Nursandi, 2003). Berdasarkan Wattimena (1988), auksin alamiah yang sering terdapat pada tumbuhan adalah IAA (Asam 3-Indol Asetat). IAA disintesis dari triptofan pada bagian tanaman tertentu yaitu primordial daun, daun muda dan biji yang sedang berkembang. Sedangkan auksin sintetik yang sering digunakan adalah 2,4-Dikloro fenoksiasetat (2,4-D), NAA (Asam α -Naftalen Asetat), dan IBA (Asam 3-Indol Butirat). NAA mempunyai sifat lebih stabil daripada IAA karena tidak mudah terurai oleh enzim-enzim yang dikeluarkan oleh sel atau oleh pemanasan saat sterilisasi. Salisbury & Ross (1995) mengatakan bahwa NAA biasanya lebih efektif daripada IAA karena NAA tidak dirusak oleh IAA oksidase atau enzim lain sehingga bisa bertahan lebih lama. Menurut Gunawan (1995), konsentrasi IAA, NAA, dan IBA yang digunakan antara 0,01-10 mg/L.

Pemakaian zat pengatur tumbuh 2,4-D biasanya digunakan dalam jumlah kecil dan dalam masa inkubasi yang singkat, antara 2-4 minggu karena merupakan auksin kuat. Artinya, auksin ini tidak dapat diuraikan di dalam tubuh tanaman (Hendaryono & Wijayani, 1994). Menurut Wattimena (1988), 2,4-D mempunyai sifat fitotoksisitas yang tinggi sehingga dapat bersifat herbisida.



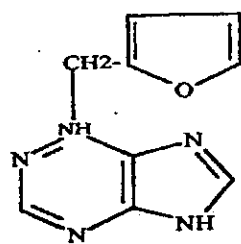
Gambar 3. Rumus bangun hormon golongan auksin

(Gunawan, 1988)

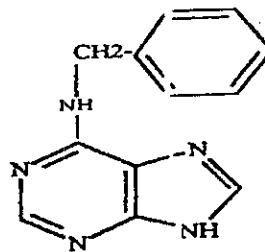
2.3.2 Sitokinin

George & Sherrington (1984) menyebutkan bahwa sitokinin adalah kelompok zat pengatur tumbuh yang sangat penting dalam pengaturan pertumbuhan dan morfogenesis pada kultur *in vitro*. Hal ini didukung oleh pernyataan Wattimena (1988) bahwa sitokinin menyebabkan peningkatan pembelahan sel yaitu dalam proses sitokinesis terutama saat sintesis RNA dan sintesis protein. Menurut Gunawan (1995), golongan sitokinin yang sering ditambahkan adalah Kinetin, Zeatin dan 6-Benzyl Amino Purine (BAP). Golongan sitokinin yang aktif adalah BAP dan Thidiazuron. Kinetin dan BAP bersifat tahan terhadap degradasi dan harganya lebih murah. Secara umum, konsentrasi sitokinin yang digunakan berkisar antara 0,1-10 mg/L. Street (1972)

mengatakan bahwa sitokinin berfungsi dalam merangsang pertumbuhan tunas. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, akan menginduksi pembentukan tunas adventif, tetapi menghambat pembentukan akar. Pierik (1987) menambahkan bahwa sitokinin meningkatkan pembentukan tunas aksilar dengan mengurangi dominansi apikal dan menghambat penuaan.



Kinetin



BAP

Gambar 4. Rumus bangun hormon golongan sitokinin

(Gunawan, 1988)

2.4 Lingkungan Kultur

Faktor-faktor fisik lingkungan kultur harus dipenuhi, karena dapat mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan eksplan. Faktor-faktor fisik yang dimaksud adalah :

a. Cahaya

Cahaya dibutuhkan untuk mengatur proses morfogenesis tertentu. Pengaruh cahaya yang dibutuhkan dalam kultur tergantung dari kualitas cahaya dan intensitas penyinaran (Pierik, 1987). Kualitas cahaya mempengaruhi arah diferensiasi jaringan. Energi radiasi dekat spektrum ultra violet dan biru merupakan kualitas cahaya yang paling efektif untuk merangsang pembentukan

tunas, sedangkan pembentukan akar dirangsang oleh cahaya merah dan sedikit cahaya biru. Untuk itu, pada tahap inisiasi dan multiplikasi tunas digunakan pencahayaan dengan lampu fluorescent yang berwarna putih (lampu TL) (Yusnita, 2003). Penggunaan lampu fluorescent disebabkan karena pancaran sinarnya lebih merata, panas yang ditimbulkan relatif rendah, dan mempunyai kemampuan untuk mengubah energi listrik menjadi energi cahaya yang lebih besar (Wetherell, 1982). Secara umum intensitas cahaya yang optimum untuk tanaman pada tahap inisiasi kultur adalah 0-1000 Lux (Yusnita, 2003). Panjang penyinaran dapat berlangsung 10 sampai 24 jam (Gunawan, 1995).

b. pH

pH adalah nilai yang menyatakan derajat keasaman atau kebasaan dari larutan. Keasaman (pH) suatu larutan menyatakan kadar dari ion H^+ dalam larutan (Hendaryono & Wijayani, 1994). Menurut Katuuk (1989), pH media merupakan faktor lingkungan eksplan yang sangat menentukan. Pengaturan pH yang paling baik untuk pertumbuhan sel yaitu antara 5-6. Wetherell (1982) menyatakan bahwa keasaman (pH) menentukan kelarutan ketersediaan dari ion-ion mineral dan juga menentukan sifat gel dari agar. Menurut George & Sherrington (1984), manfaat pH dalam media adalah untuk menjaga kestabilan membran sel, mengatur garam-garam mineral agar tetap dalam bentuk terlarut dan untuk membantu penyerapan hara. Yusnita (2003) menyebutkan bahwa dalam larutan media dengan pH rendah (kurang dari 4,5), gel yang terbentuk oleh agar sangat encer, sedangkan larutan dengan pH tinggi (lebih dari atau sama dengan 5,5) akan berbentuk padat. pH diatur sebelum diautoklaf. pH diatur menjadi 5,8 dengan menggunakan pH meter

dan biasanya dalam media ditambahkan NaOH atau HCl sebagai buffer. Jika pH mula-mula lebih tinggi dari 5,8 larutan ditetesi dengan HCl, sedangkan jika lebih rendah ditetesi dengan NaOH.

c. Suhu

Beberapa penelitian *in vitro* menyebutkan bahwa suhu konstan yang baik adalah antara 20-28°C. Suhu optimum dapat dicapai bila digunakan lampu fluorescent secara efisien dan ruangan yang menggunakan "air conditioner" (Wetherell, 1982).

d. Kelembaban Relatif

Menurut George & Sherrington (1984), kelembaban relatif di ruang kultur sekitar 70%. Wetherell (1982) mengemukakan bahwa kelembaban ruangan yang rendah akan menyebabkan penguapan air dari media kultur akan terlalu besar. Sebaliknya, kelembaban ruang kultur yang tinggi akan menaikkan derajat kontaminasi.

2.5 Pertumbuhan dan Multiplikasi

Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai penambahan secara teratur semua komponen sel hidup suatu organisme. Pertumbuhan berarti peningkatan ukuran, volume, berat, atau jumlah sel (Salisbury & Ross, 1995). Pertumbuhan pada tanaman meliputi proses proliferasi sel yaitu sel mengalami penambahan jumlah yang kemudian diikuti dengan perbesaran sel dan perkembangan yaitu diferensiasi ke arah morfogenesis organ tanaman. Pertumbuhan ini bersifat irreversibel. Jumlah sel yang semakin banyak atau volume sel yang semakin besar

membutuhkan semakin banyak bahan-bahan sel yang disintesis menggunakan substrat yang sesuai. Pertumbuhan merupakan proses yang mengolah masukan substrat dan menghasilkan produk pertumbuhan. Pada tingkat sel proses pertumbuhan menggunakan substrat senyawa-senyawa organik seperti asam amino dan karbohidrat untuk menghasilkan bahan-bahan sel (Sitompul & Guritno, 1995).

Menurut Salisbury & Ross (1995), konsep pertumbuhan bersifat universal yang menyangkut semua reaksi biokimia, biofisika, serta proses fisiologis yang berlangsung di dalam tubuh tanaman. Pengukuran parameter pertumbuhan dapat dilakukan dengan menghitung jumlah daun, akar, tunas, bunga, buah. Parameter pertumbuhan yang berupa penambahan volume atau massa yang meliputi berat basah dan berat kering merupakan parameter yang dapat diukur juga. Pertambahan berat basah diukur dengan memanen seluruh bagian tanaman atau bagian tanaman yang diinginkan kemudian segera menimbang sebelum air menguap dari tanaman. Berat kering diperoleh dengan mengeringkan tanaman segar pada suhu 70°C-80°C sampai diperoleh berat yang konstan. Berat kering bisa lebih tepat dalam menunjukkan pertumbuhan daripada berat basah. Berat kering sel tersusun atas polisakarida dan lignin pada dinding sel, ditambah komponen sitoplasma seperti protein, lipid, asam amino dan asam organik. Sedangkan untuk parameter pertumbuhan yang berupa penambahan ukuran dapat diketahui dengan mengukur tinggi tanaman, lebar daun dan diameter batang tanaman.

Pada kultur jaringan, pertumbuhan eksplan yang menggunakan bahan tanam tunas dapat dilihat dari seberapa banyak tunas mengalami multiplikasi. Menurut Yusnita (2003), multiplikasi pada prinsipnya bertujuan untuk menggandakan bahan tanaman. Pada tahap ini perbanyak tunas dirangsang, umumnya dengan mendorong percabangan tunas lateral atau pembentukan tunas adventif.

2.6 Hipotesis

Zat Pengatur Tumbuh NAA dari golongan Auksin dan BAP dari golongan Sitokinin dapat mempengaruhi pertumbuhan tunas *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp) secara kultur *in vitro*. Pemberian NAA dalam konsentrasi rendah dan BAP dalam konsentrasi tinggi dapat mendorong proses multiplikasi tunas. Hipotesis yang bisa diambil dalam penelitian ini yaitu pemberian NAA dan BAP dengan konsentrasi tertentu dapat memacu pertumbuhan dan multiplikasi tunas *Curcuma mangga* (Vall.et.Zyp.) serta menghasilkan berat basah dan berat kering paling tinggi.