

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi dan Morfologi Kacang Tanah

Kedudukan kacang tanah dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

- Divisi : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)
Sub divisi : *Angiospermae* (berbiji tertutup)
Kelas : *Dicotyledoneae* (biji berkeping dua)
Ordo : *Rosales*
Famili : *Papilionaceae/Leguminosae*
Genus : *Arachis*
Spesies : *Arachis hypogaea* L.

2.1.1 Akar (*Radix*)

Perakaran tanaman kacang tanah terdiri atas akar lembaga (*radikula*), akar tunggang (*radix primaria*), dan akar cabang (*radix lateralis*). Pertumbuhan akar menyebar ke semua arah sedalam lebih kurang 30 cm dari permukaan tanah.

Akar berfungsi sebagai organ penghisap unsur hara dan air untuk pertumbuhan tanaman. Akar tanaman kacang tanah bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium radicicola*. Bakteri ini terdapat pada bintil-bintil (*nodula-nodula*) akar tanaman kacang dan hidup bersimbiosis saling menguntungkan. Tanaman kacang tanah

tidak dapat menambat (mengambil) nitrogen bebas (N_2) dari udara tanpa bakteri *Rhizobium*. Sebaliknya, bakteri *Rhizobium* tidak dapat mengikat nitrogen tanpa bantuan tanaman kacang tanah. Pada bintil-bintil akar terdapat unsur nitrogen yang berguna untuk pertumbuhan tanaman dan ketersediaan unsur N dalam tanah (Rukmana, 2003).

2.1.2 Batang (*Caulis*)

Batang tanaman kacang tanah berukuran pendek, berbuku-buku, dengan tipe pertumbuhan tegak atau mendatar. Pada mulanya batang tumbuh tunggal, kemudian lambat laun bercabang banyak seolah-olah merumpun. Panjang batang berkisar antara 30 cm–50 cm atau lebih, tergantung jenis atau varietas kacang tanah dan kesuburan tanah. Buku-buku (ruas-ruas) batang yang terletak di dalam tanah merupakan tempat melekat akar, bunga, dan buah. Ruas-ruas batang yang berada di atas permukaan tanah merupakan tempat tumbuh tangkai daun (Rukmana, 2003).

2.1.3 Daun (*Folium*)

Daun berbentuk lonjong, terletak berpasangan (majemuk) dan bersirip genap. Tiap tangkai daun terdiri atas empat helai anak daun. Helaian daun bersifat *nititropic*, yaitu mampu menyerap cahaya matahari sebanyak-banyaknya. Permukaan daun memiliki bulu yang berfungsi sebagai penahan atau penyimpan debu (Rukmana, 2003).

2.1.4 Bunga (*Flos*)

Bunga tanaman kacang tanah berbentuk kupu-kupu, berwarna kuning, dan bertangkai panjang yang tumbuh dari ketiak daun. Fase berbunga biasanya berlangsung setelah tanaman berumur 4-6 minggu. Bunga kacang tanah menyerbuk sendiri (*self pollination*) pada malam hari. Dari semua bunga yang tumbuh, hanya 70%-75% yang membentuk bakal polong (*ginofora*). Bunga mekar selama sekitar 24 jam, kemudian layu, dan gugur. Ujung tangkai bunga akan berubah bentuk menjadi bakal polong, tumbuh membengkok ke bawah, memanjang, dan masuk ke dalam tanah (Rukmana, 2003).

2.2 Kultur Jaringan

Secara umum, teknik kultur jaringan atau teknik kultur *in vitro* adalah teknik untuk mengisolasi bagian-bagian tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan, atau organ, serta menumbuhkan bagian-bagian tersebut dalam media buatan aseptik yang kaya nutrisi serta zat pengatur tumbuh dalam wadah tertutup yang tembus cahaya dengan tujuan agar bagian-bagian tersebut memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap (Gunawan, 1995 dalam Karyanto, 1997).

Berdasarkan bagian tanaman yang dikulturkan, secara lebih spesifik terdapat beberapa tipe kultur, yaitu kultur halus, kultur suspensi sel, kultur akar, kultur pucuk tunas, kultur embrio, kultur ovul, kultur anter, kultur kuncup bunga.

Teknik kultur jaringan mempunyai beberapa kelebihan yaitu: (1) dapat menghasilkan bibit tanaman yang banyak dalam waktu yang relatif singkat sehingga lebih ekonomis, (2) tidak memerlukan tempat yang luas, (3) dapat

dilakukan sepanjang tahun tanpa bergantung pada musim, (4) bibit yang dihasilkan lebih sehat, (5) memungkinkan dilakukannya manipulasi genetik. Namun, teknik ini juga memiliki kelemahan, antara lain: (1) dibutuhkan biaya awal yang relatif tinggi, (2) dibutuhkan keahlian khusus untuk melaksanakannya, (3) tanaman yang dihasilkan berukuran kecil, aseptik, dan terbiasa hidup di tempat yang berkelembaban tinggi sehingga memerlukan aklimatisasi ke lingkungan eksternal (Yusnita, 2003).

2.4 Embriogenesis Somatik

Perbanyakan tanaman dengan kultur jaringan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan organogenesis dan embriogenesis. Organogenesis artinya proses terbentuknya organ-organ (seperti pucuk dan akar) baik secara langsung dari eksplan maupun secara tidak langsung melalui pembentukan kalus terlebih dahulu. Sedangkan embriogenesis adalah proses terbentuknya embrio somatik.

Embriogenesis mempunyai beberapa tahap spesifik, yaitu (1) induksi sel dan kalus embriogenik, (2) pendewasan, (3) perkecambahan, dan (4) hardening. Pada tahap induksi kalus embriogenik dilakukan isolasi eksplan dan penanaman pada media tumbuh. Untuk induksi kalus embriogenik kultur umumnya ditumbuhkan pada media yang mengandung auksin yang mempunyai daya aktivitas kuat atau dengan konsentrasi tinggi (Bhojwani dan Razdan, 1989 *dalam* Purnamaningsih, 2002).

Cara embriogenesis somatik banyak mendapat perhatian karena jumlah propagula yang dihasilkan tidak terbatas dan dapat diperoleh dalam waktu yang lebih

singkat. Di samping itu, untuk mendukung program pemuliaan tanaman melalui rekayasa genetika, penggunaan embrio somatik dapat mempercepat keberhasilan dengan peluang transformasi yang lebih tinggi karena embrio somatik dapat berasal dari satu sel somatik. Untuk penyimpanan jangka pendek maupun jangka panjang, embrio somatik dianggap merupakan bahan tanaman yang ideal untuk disimpan karena bila diregenerasikan dapat membentuk bibit somatik (Purnamaningsih, 2002).

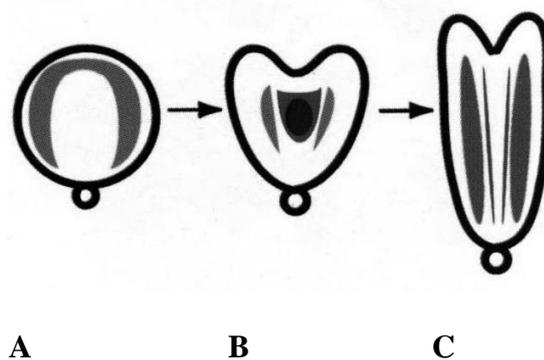
Keberhasilan akan tercapai bila kalus atau sel yang digunakan bersifat embriogenik, yang dicirikan oleh sel yang berukuran kecil, sitoplasma padat, inti besar, vakuola kecil-kecil dan mengandung butir pati. Embrio somatik dapat dihasilkan dalam jumlah besar dari kultur kalus, namun untuk tujuan perbanyakan dalam skala besar, jumlahnya kadang-kadang dapat lebih ditingkatkan melalui inisiasi sel embrionik dari kultur suspensi yang berasal dari kalus primer (Wiendi *et al.*, 1991 *dalam* Purnamaningsih, 2002).

Embriogenesis somatik merupakan suatu proses dimana sel somatik (baik haploid maupun diploid) berkembang membentuk tumbuhan baru melalui tahap perkembangan embrio yang spesifik tanpa melalui fusi gamet (William dan Maheswara, 1986 *dalam* Sukmadjaja, 2005). Beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan embrio somatik adalah jenis eksplan, sumber nitrogen dan gula, serta zat pengatur tumbuh.

Pembentukan embrio somatik secara *in vitro* (embriogenesis) dapat dilakukan dengan menginkubasikan eksplan (bahan tanaman yang dikulturkan) dalam media yang diperkaya dengan zat pengatur tumbuh (ZPT). Tersedianya ZPT dalam

kultur merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan dalam pembentukan embrio somatik. Pola perkembangan eksplan via embriogenesis memerlukan ZPT (zat pengatur tumbuh) untuk merangsang potensi yang ada (Edy dan Pujisiswanto, 2008).

Tahap perkembangan embrio somatik terdiri dari tahap globular, hati dan torpedo (Gambar 1). Penggunaan media yang tepat dapat menginduksi terjadinya seluruh tahap perkembangan embrio, sebaliknya pada media yang kurang sesuai tidak terlihat perkembangan embrio. Penggunaan auksin dikombinasikan dengan sitokinin dapat menginduksi pembentukan kalus embriogenik, tetapi tidak dapat menginduksi perkembangan embrio somatik.



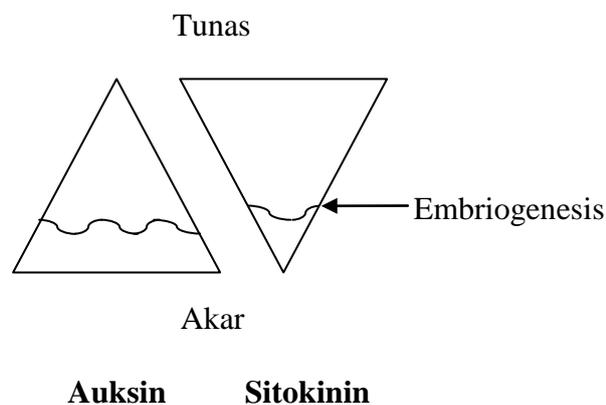
Gambar 1. Beberapa tahap perkembangan embrio somatik. (A) globular, (B) hati, dan (C) torpedo.

2.5 Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan kultur. ZPT yang digunakan antara lain auksin (2,4-D, 3,5-T, pikloram, dan NAA), sitokinin (BA, kinetin, dan adenine sulfat), GA3, dan inhibitor ABA. Konsentrasi zat pengatur tumbuh yang digunakan tergantung pada tahap perkembangan yang terjadi.

Zat pengatur tumbuh berperan dalam merangsang, mengatur, menghambat dan menentukan arah perkembangan suatu kultur *in vitro*. Ada beberapa jenis ZPT yang digunakan dalam kultur jaringan tanaman, namun efisiensi dan efektivitasnya berbeda terhadap jenis tanaman yang berbeda. Sebagai contoh, kinetin sangat efektif untuk kultur buku batang (Carimi *et al.*, 1995 *dalam* Nurwahyuni dan Elimasni, 2006), sementara sitokinin konsentrasi rendah dapat memacu perkembangan tunas sedangkan konsentrasi tinggi merangsang penggandaan tunas (Nurwahyuni, 2004 *dalam* Nurwahyuni dan Elimasni, 2006). Auksin pada konsentrasi rendah dapat memacu pertumbuhan akar dan pada konsentrasi tinggi dapat merangsang pertumbuhan kalus (Magoon dan Singh, 1995; Goh *et al.*, 1995 *dalam* Nurwahyuni dan Elimasni, 2006). Dengan demikian, pengaturan zat pengatur tumbuh di dalam media sangat menentukan terhadap keberhasilan pertumbuhan dan perkembangan kultur. Dalam perbanyakan tanaman dibutuhkan pemilihan perbandingan konsentrasi auksin, sitokinin dan suplemen yang tepat, karena hal ini akan menentukan dalam derajat keberhasilan pembentukan tanaman baru (Nurwahyuni dan Tjondronegoro, 1994 *dalam* Nurwahyuni dan Elimasni, 2006).

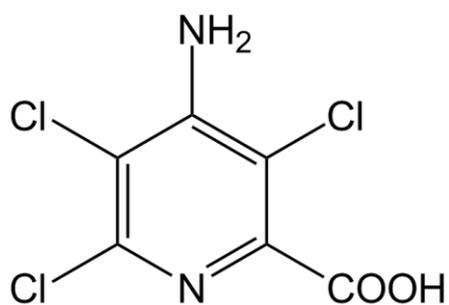
Dalam kultur jaringan auksin berperan dalam merangsang pertumbuhan kalus, serta suspensi sel dan organ. Sitokinin berperan penting dalam pengaturan pembelahan sel dan morfogenesis (Gunawan, 1988). Berdasarkan teori keseimbangan sitokinin dan auksin (Gambar 2), jika nisbah sitokinin dan auksin tinggi maka akan merangsang terbentuknya tunas, begitu pula sebaliknya jika nisbah sitokinin dan auksin rendah maka akan merangsang terbentuknya akar. Embriogenesis terjadi ketika jumlah auksin pada eksplan lebih tinggi dibandingkan dengan sitokinin (George and Sherrington, 1984)



Gambar 2. Posisi embriogenesis dalam segitiga keseimbangan auksin dan sitokinin.

Tersedianya ZPT dalam kultur merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan dalam pembentukan embrio somatik. Pola perkembangan eksplan melalui jalur embriogenesis memerlukan ZPT untuk merangsang potensi yang ada, sehingga regenerasi tanaman secara *in vitro* via embriogenesis memerlukan informasi yang tepat mengenai jenis dan konsentrasi ZPT yang perlu ditambahkan dalam media induksi (Gunawan, 1988).

George dan Sherrington (1984) mengatakan bahwa penambahan auksin ke dalam media regenerasi *in vitro* berfungsi untuk menginduksi kalus, pembentukan kalus dan embrio somatik. Jenis ZPT 2,4-D, pikloram, dicamba dan NAA efektif untuk menginduksi pembentukan embrio somatik. Sedangkan IBA, IAA, 4-CPA dan 2,4,5-T diketahui tidak efektif (Edy dan Puji Siswanto, 2008). Bentuk rumus bangun pikloram (Gambar 3).



Gambar 3. Rumus bangun pikloram.

2.6 Lingkungan Tumbuh

Kondisi lingkungan tumbuh yang dapat mempengaruhi regenerasi tanaman meliputi :

a. Keasaman (pH)

Sel-sel tanaman yang dikembangkan dengan teknik kultur jaringan mempunyai toleransi pH yang cukup kecil dengan titik optimal antara pH 5,0 dan 6,0. Bila eksplan sudah mulai tumbuh, pH dalam lingkungan kultur jaringan umumnya akan naik apabila nutrisi habis terpakai (Daisy *et al.*, 1994).

b. Kelembaban

Kelembaban relatif (RH) lingkungan biasanya mencapai 100%. RH sekeliling kultur mempengaruhi pola perkembangan. Jadi, pengaturan RH pada keadaan tertentu memerlukan suatu bentuk diferensiasi khusus (Daisy *et al.*, 1994).

c. Cahaya

Intensitas cahaya yang rendah dapat mempertinggi embriogenesis dan organogenesis. Cahaya ultra violet dapat mendorong pertumbuhan dan pembentukan tunas dari kalus pada intensitas yang rendah. Sebaliknya, pada intensitas yang tinggi proses ini akan terhambat. Pembentukan kalus maksimum sering terjadi di tempat yang gelap (Daisy *et al.*, 1994).

d. Temperatur

Temperatur yang dibutuhkan agar terjadi pertumbuhan yang optimum umumnya adalah berkisar antara 20°C-30°C. Sedangkan pertumbuhan yang optimum untuk pembentukan kalus endosperm adalah sekitar 25°C. Faktor lingkungan, disamping faktor makanan (media tanam) yang cocok, dapat mempengaruhi pertumbuhan dan diferensiasi (Daisy *et al.*, 1994).

2.7 Eksplan

Eksplan yaitu bagian tanaman sebagai bahan inokulum awal yang ditanam dalam media, yang akan menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan tertentu.

Umumnya bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan adalah jaringan muda yang sedang tumbuh aktif (Yusnita, 2003). Dalam hal perbanyakan tanaman secara kultur jaringan, eksplan merupakan faktor penentu keberhasilan. Umur fisiologis, umur ontogenetik, ukuran eksplan, serta bagian tanaman yang diambil merupakan hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam memilih eksplan yang akan digunakan sebagai bahan awal kultur (Yusnita, 2003).

Sumber asal eksplan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan potensial morfogenetiknya. Eksplan yang berasal dari satu jenis organ misalnya, juga ditemukan adanya keragaman dalam regenerasinya. Ukuran eksplan untuk dikulturkan juga mempengaruhi keberhasilannya. Ukuran yang terlampau kecil akan kurang daya tahannya bila dikulturkan, sementara bila terlampau besar akan sulit mendapatkan eksplan yang steril. Setiap jenis tanaman maupun organ memiliki ukuran eksplan yang optimum untuk dikulturkan (Armini *et al.*, 1992).