

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perbanyakan tanaman secara kultur *in-vitro* banyak tanaman-tanaman yang dapat dikembangkan dan dibudidayakan melalui teknik perbanyakan kultur *in-vitro*, salah satunya adalah tomat dengan kultivar *Micro-Tom* atau yang lebih dikenal dengan sebutan tomat mini. Tanaman dari *family solanaceae* ini telah lama berfungsi sebagai model untuk penelitian mengenai genetika tanaman, perkembangan patologi, dan studi fisiologi yang telah menghasilkan informasi substansial mengenai informasi biologinya (Cruz-Mendivil *et al.*, 2011).

Micro-Tom merupakan tanaman yang digemari peneliti karena memiliki siklus hidup singkat (70-90 hari) dan berukuran kecil yakni sekitar 10-20 cm (Emanuel & Levy, 2002), sehingga menjadi tanaman yang praktis dan cocok untuk mewakili penelitian tentang tanaman tomat atau tanaman famili *solanaceae* lainnya serta cocok sebagai tanaman untuk penelitian di laboratorium (Meissner *et al.*, 1997). *Micro-Tom* sama dengan tanaman tomat normal lainnya, namun dengan ukurannya yang lebih kecil. *Micro-Tom* memiliki keunggulan lainya seperti mempunyai siklus hidup pendek, memiliki pengaturan buah yang mudah, mudah tumbuh dengan kapasitas untuk tumbuh di bawah lampu neon dengan kepadatan tinggi (Wahyudi, 2018). Oleh sebab itu tanaman *Micro-Tom* menarik untuk di teliti serta di tanam di daerah perkotaan padat penduduk karena tidak memakan banyak lahan, serta dapat menjadi kultivar dalam program pengembangan urban farming atau pertanian perkotaan masa kini.

Perbanyakan tomat mini (*Micro-Tom*) di Indonesia masih sangatlah sulit, hal ini dikarenakan ketidakcocokan benih tomat mini (*Micro-Tom*) dengan kondisi cuaca dan iklim di Indonesia. Metode perbanyakan secara konvensional sulit diterapkan pada budidaya *Micro-Tom* karena terdapat kendala pada benih *Micro-Tom* yakni germinasi benih yang rendah karena diduga benih mengalami dormansi. Oleh sebab itu diperlukan cara untuk mengatasi benih *Micro-Tom*

yang mengalami dormansi dalam perkecambahannya, teknik pematihan dormansi dilakukan dalam upaya pematihan dormansi benih tomat mini (*Micro-Tom*) menggunakan metode perendaman air pada suhu 60°C selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam, serta perbanyak tanaman melalui *in-vitro*. Perbanyak *Micro-Tom* menggunakan teknik *in-vitro* sangat dianjurkan karena tanaman hasil kultur *in-vitro* memiliki sifat yang sama dengan induknya (Nasir, 2002).

Belum berkembangnya tomat mini (*Micro-Tom*) di Indonesia, Menyebabkan penelitian *Micro-Tom* secara kultur *in vitro* menggunakan biji *Micro-Tom* untuk mendapatkan sebuah tanaman utuh belum ada yang melaporkan di Indonesia. Informasi-informasi yang masih tergolong rendah itulah yang menjadi suatu dorangan untuk melakukan penelitian yang menghasilkan bibit *Micro-Tom* secara *in vitro* melalui kultur jaringan. Kultur *in-vitro* tanaman atau kultur jaringan adalah teknik mengisolasi jaringan, organ, sel, maupun protoplas tanaman, menjadikan eksplan dan menumbuhkannya di dalam media pertumbuhan yang aseptik sehingga eksplan tersebut dapat tumbuh dan berkembang, berorganogenesis dan dapat menjadi tanaman sempurna (Mattjik, 2005).

Salah satu pola regenerasi dalam pembiakan tanaman secara *in vitro* yang dapat ditempuh adalah embriogenesis dan organogenesis dari benih tanaman tomat mini (*Micro-Tom*). Organogenesis dalam kultur jaringan adalah suatu proses terbentuknya organ dari jaringan eksplan secara langsung, maupun secara tidak langsung (melalui fase kalus). Organogenesis secara langsung dari eksplan yang memiliki primordia tunas dapat terjadi jika jaringan eksplan yang digunakan memiliki bakal tunas (*pre-existing shoots*) yang belum muncul ke permukaan. Tunas apikal (*apical buds*), tunas lateral (*laterally buds*), dan irisan buku/ruas pada batang (*nodal segment*) dapat dijadikan bahan eksplan (Dwiyani, 2015), namun untuk perbanyak tanaman tomat mini (*Micro-Tom*) ini menggunakan benih *Micro-Tom* serta eksplan dari plantlet hasil penelitian sebelumnya yang di tanam kedalam media dengan menambahkan hormon, untuk induksi akar sehingga perakaran tanaman menjadi kuat. Tanaman yang sudah dibiakan melalui teknik perbanyak kultur jaringan akan dilakukan aklimatisasi terhadap plantlet tersebut menggunakan teknik hidroponik rakit apung. Aklimatisasi dalam kultur

in-vitro adalah suatu proses adaptasi dari tanaman hasil kultur *in-vitro* (plantlet) terhadap cekaman lingkungan baru sebelum ditanam di lapang (Dwiyani, 2015).

Novelty dari penelitian ini adalah keterbaharuan informasi mengenai upaya yang dapat dilakukan dalam pengembangbiakan *Micro-Tom* melalui teknik kultur *in-vitro* serta cara pematihan dormansinya. Harapannya tomat mini (*Micro-Tom*) dapat di kembangkan melalui teknik kultur *in-vitro*. Karena bukan hanya unik serta memiliki gen anti hama dan penyakit, namun tanaman tomat mini (*Micro-Tom*) dapat menjadi kultivar yang sangat menarik untuk ditanam didalam rumah atau lahan sempit, serta menjadi tanaman untuk model penelitian molekuler, *genomic*, *proteomic*, dan transfer gen, serta gen lipocalin SITILs dan SICHL yang dimiliki oleh *Micro-Tom* memiliki fungsi mengurangi light stress dan environmental stress sehingga dapat di transfer ketanaman lain (Wahyudi, 2021).

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas timbul permasalahan yang menarik untuk diteliti dan dipelajari yaitu, mengenai dormansi pada benih *Micro-Tom* dapat di atasi menggunakan metode pematihan dormansi menggunakan perendaman air hangat. Serta perbanyakkan eksplan tanaman *Micro-Tom* menggunakan organogenesis melalui teknik *in-vitro* dapat menghasilkan lebih banyak eksplan tanaman *Micro-Tom* yang nantinya akan di aklimatisasi menggunakan teknik hidroponik rakit apung.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan metode pematihan dormansi benih *Micro-Tom* dengan cara di rendam dalam air pada suhu 60°C selama 24, 48, dan 72 Jam.
2. Melakukan perbanyakkan tanaman *Micro-Tom* secara *in-vitro* menggunakan metode organogenesis.
3. Melakukan aklimatisasi tanaman *Micro-Tom* hasil perbanyakkan secara *in-vitro* menggunakan metode rakit apung.

1.4 Kerangka Pemikiran

Micro-Tom adalah salah satu tanaman dari *family Solanaceae*, *Micro-Tom* tidak berbeda jauh dengan tomat pada umumnya, namun yang membedakannya adalah ukurannya yang *micro*. Ukuran dari tanaman tomat mini hanya berkisar dari 10-30 cm, selain ukurannya yang kecil diketahui bahwa *Micro-Tom* dapat hidup dan tumbuh dibawah lampu neon. *Micro-Tom* adalah kultivar tomat kerdil yang dikembangkan di University of Florida dengan menyilangkan kultivar Florida Basket dan kultivar Ohio 4013-3 (Scott, 1989). Namun belum adanya laporan mengenai budidaya *Micro-Tom* di Indonesia membuat budidaya *Micro-Tom* menjadi sulit, pasalnya diketahui bahwa *Micro-Tom* bukanlah tanaman asli indonesia melainkan hasil introduksi dari negara lain sehingga budidaya secara konvensional masih sulit dilakukan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam perbanyak tanaman *Micro-Tom* di Indonesia adalah dengan cara perbanyak tanaman secara kultur *in-vitro* yang merupakan teknik perbanyak tanaman di kondisi yang *aseptic*. Kultur *in-vitro* dilakukan pada kondisi yang aseptik, sehingga bagian-bagian tanaman tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tumbuhan sempurna (Kristina *et al.*, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan dalam upaya perbanyak *Micro-Tom* melalui perbanyak tanaman melalui teknik kultur *in-vitro*, akan dilakukan pematangan dormansi pada benih sebagai salah satu upaya untuk membantu benih *Micro-Tom* yang mengalami dormansi dapat tumbuh berkecambah. Perlakuan perendaman air hangat dilakukan sebagai upaya untuk mematahkan dormansi pada *Micro-Tom*, Sutopo (2002) menuturkan pada proses perkecambahan lama perendaman diketahui cukup membantu perkecambahan biji. Selain pematangan dormansi, organogenesis dan aklimatisasi juga dilakukan sebagai upaya mempertahankan eksplan *Micro-Tom* sebagai bahan tanam untuk penelitian selanjutnya. penelitian perbanyak menggunakan teknik kultur jaringan dan pematangan dormansi dilakukan di laboratorium kultur jaringan POLINELA serta pada tahap aklimatisasi dilakukan di *green house STEFA*. Penelitian ini merupakan tahap perbanyak yang diharapkan akan mendapatkan hasil berupa eksplan *Micro-Tom*.

1.5 Manfaat

Manfaat yang di harapkan dari dilakukannya penelitian ini adalah, untuk memperbanyak tanaman *Micro-Tom* melalui kultur *in-vitro* secara organogenesis, serta mendapatkan informasi mengenai metode pematangan dormansi benih tanaman *Micro-Tom* menggunakan air pada suhu 60°C dan aklimatisasi menggunakan media hidroponik rakit apung,

1.6 Hipotesis

Hipotesis yang dapat dibuat dari penelitian ini adalah:

1. Diduga perendaman benih *Micro-Tom* pada suhu 60°C selama 24, 48, dan 72 jam dapat mematahkan dormansi benih *Micro-Tom*.
2. Diduga metode organogenesis dapat memperbanyak tanaman *Micro-Tom* secara *in-vitro*.
3. Diduga metode rakit apung dapat digunakan dalam aklimatisasi tanaman *in-vitro Micro-Tom*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Micro-Tom* (Tomat Mini)

Klasifikasi dari tanaman tomat :

Tabel 1. Klasifikasi Tanaman Tomat Mini (*Micro-Tomato*)

Kingdom	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Sub-divisi	Magnoliophyta
Class	Angiospermae
Sub-class	Magnoliopsida
Ordo	Solanales
Family	Solanaceae
Genus	<i>Solanum</i>
Species	<i>Solanum lycopersicum</i> L.
Sub-species	Micro Tom
Common name	Micro Tom Tomato

Menurut (Zikria, 2014) tanaman tomat merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki prospek pengembangan yang cerah disebabkan karena pemanfaatannya di masyarakat yang luas. Sebagai sumber vitamin dan mineral, buah tomat selain dikonsumsi sebagai buah segar atau untuk bumbu masakan, juga banyak digunakan untuk kepentingan bahan baku industri makanan olahan seperti minuman sari buah atau saus tomat (Wasonowati, 2011) juga industri obat-obatan dan kosmetik (Wijayanti dan Susila, 2013). Tomat juga memiliki potensi besar untuk aplikasi transgenik. Contohnya, tomat telah digunakan sebagai bioreaktor untuk produksi vaksin oral (Jiang *et al.* 2007; dalam Sharma *et al.*, 2008) dan untuk penciptaan antosianiann baru yang diperkaya makanan untuk pencegahan kanker (Butelli *et al.* 2008).

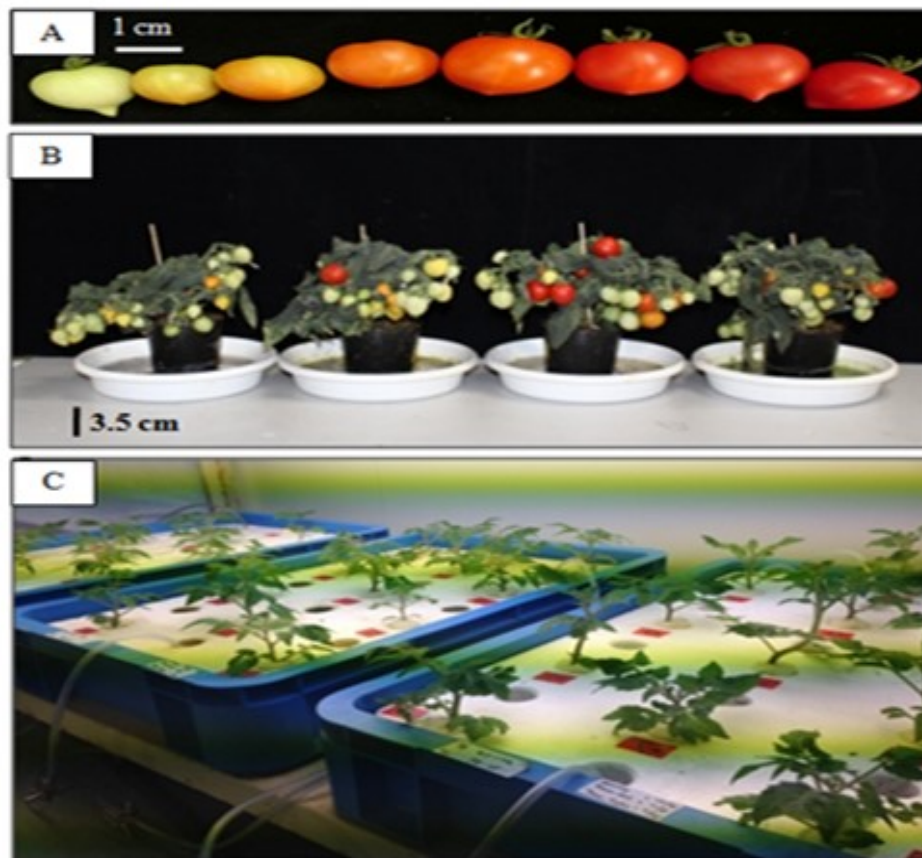
Dalam dewasa ini telah banyak varietas tomat yang sudah di kembangkan salah satunya adalah varietas *Micro-Tom* atau lebih dikenal dengan istilah tomat mini. *Micro-Tom* adalah kultivar tomat kerdil (tinggi sekitar 10–20 cm) dikembangkan di University of Florida dengan menyilangkan kultivar Florida

Basket dan kultivar Ohio 4013-3 (Scott, 1989). *Micro-Tom* memiliki siklus hidup yang cepat, dengan kematangan buah yang terjadi sekitar 70–90 hari setelah ditanam, serta tomat mini (*Micro-Tom*) dapat ditanam dikepadatan tinggi di bawah cahaya neon, sehingga sangat ideal untuk budidaya dalam ruangan di laboratorium biologi tanaman (Meissner *et al.*, 1997).

Tomat mini (*Micro-Tom*) bukan hanya tanaman rumahan atau *garden plant* yang ideal untuk berkebun di rumah, tetapi juga model kultivar yang sangat penting untuk penelitian genomik dan proteomik dengan beberapa keunggulan seperti kecil ukuran, siklus hidup pendek, pengaturan buah mudah, cepat tumbuh dan kapasitas untuk tumbuh di bawah lampu neon dengan kepadatan tinggi (Wahyudi, 2018). Serta lipocalin SITILs and SICHL yang dimiliki oleh *Micro-Tom* memiliki fungsi mengurangi light stress dan environmental stress sehingga dapat di transfer ketanaman lain (Wahyudi, 2021)

Penampilan *Micro-Tom* yang kerdil dengan tinggi sekitar 10-20 cm dan keuntungan lainnya seperti yang disebutkan diatas, diduga karena *Micro-Tom* mempunyai beberapa mutasi khusus. Alel mutasi yang paling banyak diketahui adalah: *dwarf* (d), *brassinosteroid* (BR)- berkaitan dengan mutasi yang mengontrol atas ukuran kecil tanaman, dan *self-pruning* (sp), mengontrol atas penampilan pada pertumbuhan *Micro-Tom* (Marti *et al.*, 2006 ; dalam Campos *et al.*, 2010). *Miniature* (mnt), alel ini diduga berkontribusi dalam terbentuknya ukuran kecil tanaman *Micro-Tom* (Meisnerr *et al.*, 1997; dalam Campos *et al.*, 2010).

Tomat telah dipilih sebagai tanaman model dalam penelitian *genomic* dalam keluarga *Solanaceae*, Genomnya telah baru-baru ini sepenuhnya diurutkan dalam beberapa tahun terakhir. Oleh karena itu tomat telah menjadi model penelitian untuk genomik fungsional, proteomi dan metabolomi dengan tujuan untuk meningkatkan toleransi terhadap tekanan abiotik dan biotik (Uehara *et al.*, 2010). Dalam penelitian mengenai analisis fungsi protein lipocalin pada tomat, oleh Wahyudi *et al.* (2018), Multiplikasi *Micro-Tom* dapat dilakukan dengan menggunakan teknik kultur *in-vitro*. Teknik yang digunakan adalah induksi kalus pada *Micro-Tom* serta induksi tunas dan akar.



Gambar 1. *Micro-Tom* (*Solanum Lycopersicum* Cv. *Micro-Tom*). (A) Fase Kematangan Buah. (B) Sistem Budidaya Dalam Pot Dengan Media Kompos Organik. (C) Sistem Budidaya Secara Hidroponik (Wahyudi, 2018).

2.2 Kultur *In-vitro*

Kemajuan teknologi yang didasarkan pada teknik pembiakan tanaman secara *in vitro* atau kultur jaringan sangat nyata dampaknya pada peningkatan kualitas dan produktivitas pada komoditas pertanian. Kultur jaringan memiliki dua kegunaan utama. Pertama adalah untuk memperbanyak cepat dalam jumlah yang banyak dan seragam sesuai induknya, dan kedua untuk menghasilkan kultivar-kultivar baru yang unggul dalam perbaikan tanaman. Sedikitnya terdapat lima aplikasi kultur *in-vitro* dalam bidang pertanian, yaitu : (1) untuk memproduksi bahan-bahan farmasi dan produk alami lainnya, (2) perbaikan sifat genetik tanaman, (3) memperoleh klon yang bebas penyakit sistemik, dan untuk (4) pelestarian plasma nutfah (Mattjik, 2005).

Teknik kultur *in-vitro* merupakan salah satu teknik perbanyakan pada tanaman dengan menggunakan sel atau jaringan tanaman yang masih aktif. Sel atau jaringan tanaman yang masih aktif ini ditumbuhkan pada media buatan yang diletakkan pada tabung kaca atau suatu wadah yang dapat ditembusi oleh cahaya. Penggunaan teknik kultur *in-vitro* ini bisa menghasilkan bibit dalam jumlah banyak atau tidak terbatas yang mewarisi sifat identik dengan induknya. Biasanya teknik kultur *in-vitro* ini dilakukan di dalam laboratorium dengan menggunakan peralatan yang steril. Kultur *in-vitro* ini sering digunakan untuk memperbanyak tanaman-tanaman langka yang terancam punah dan sangat sulit untuk dilakukan perbanyakan secara konvensional, serta untuk perbanyakan tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi, seperti kentang, pisang, anggrek dan sebagainya (Sjahril, 2011).

Tanaman tomat mini umumnya di tanam melalui cara konvensional namun karena belum beredar luasnya kultivar tomat mini di Indonesia sehingga banyak petani ataupun masyarakat yang tidak tahu mengenai eksistensi tanaman tomat mini ini, sehingga jarang sekali ada petani yang menanam tanaman ini. Namun masalahnya bukan hanya pada eksistensi tomat mini di Indonesia namun juga pada tidak cocoknya lingkungan di Indonesia terhadap tanaman tomat mini. Padahal jika dapat dikembangkan di Indonesia tomat mini bisa saja menjadi salah satu tanaman yang populer karena bentuk dan ukurannya yang unik dan sangat cocok di tanam didalam ruangan. Oleh karena itu salah satu cara yang dapat digunakan dalam pengembangan tomat mini di Indonesia adalah dengan teknik kultur *in-vitro* atau kultur *in-vitro*.

Pada kultur *in-vitro* terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui untuk menghasilkan suatu tanaman atau plantlet, tahapan yang dilakukan dalam perbanyakan tanaman dengan teknik kultur *in-vitro* adalah (Harianto, 2009):

1. Pembuatan media

Media merupakan faktor penentu dalam perbanyakan dengan kultur *in-vitro*. Komposisi media yang digunakan disesuaikan dengan jenis tanaman yang akan diperbanyak. Media yang digunakan umumnya terdiri dari garam, mineral, vitamin, dan hormon. Selain itu, diperlukan juga bahan tambahan seperti agar, gula, dan lain-lain. Zat pengatur tumbuh (hormon) yang ditambahkan juga

bervariasi, baik jenisnya maupun jumlahnya, tergantung dengan tujuan dari kultur *in-vitro* yang dilakukan. Media yang sudah jadi ditempatkan pada botol-botol kaca. Media yang digunakan juga harus disterilkan dengan *autoklaf*.

2. Inisiasi

Inisiasi adalah pengambilan eksplan dari bagian tanaman yang akan dikulturkan. Bagian tanaman yang sering digunakan untuk kegiatan kultur *in-vitro* adalah tunas.

3. Sterilisasi

Sterilisasi adalah segala kegiatan dalam kultur *in-vitro* harus dilakukan di tempat yang steril, yaitu di laminar *air flow* dan menggunakan alat-alat yang juga steril. Sterilisasi juga dilakukan terhadap peralatan, yakni menggunakan larutan etanol yang disemprotkan secara merata pada peralatan yang digunakan. Teknisi yang melakukan kultur *in-vitro* juga harus steril.

4. Multiplikasi

Multiplikasi adalah kegiatan memperbanyak calon tanaman dengan menanam eksplan pada media. Kegiatan ini dilakukan di laminar *air flow* untuk menghindari adanya kontaminasi yang menyebabkan gagalnya pertumbuhan eksplan. Botol kultur yang telah ditanami eksplan diletakkan pada rak atau buffet kultur dan ditempatkan di tempat yang steril dengan suhu yang telah disesuaikan.

5. Pengakaran

Pengakaran adalah fase dimana eksplan akan menunjukkan adanya pertumbuhan akar yang menandai bahwa proses kultur *in-vitro* yang dilakukan mulai berjalan dengan baik. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk melihat pertumbuhan dan perkembangan akar serta untuk melihat adanya kontaminasi oleh bakteri ataupun jamur. Eksplan yang terkontaminasi akan menunjukkan gejala seperti berwarna putih atau biru (disebabkan jamur) atau busuk (disebabkan bakteri).

6. Aklimatisasi

Aklimatisasi planlet merupakan tahapan akhir pada perbanyakan tanaman dalam perbanyakan tanaman menggunakan teknik kultur *in-vitro*. Aklimatisasi dilakukan dengan cara memindahkan planlet ke media aklimatisasi dengan kondisi lapang. Tahapan aklimatisasi merupakan tahap yang kritis karena kondisi iklim di

rumah kaca maupun lapangan sangat berbeda dengan kondisi di dalam botol kultur (Yusnita, 2003).

2.2.1 Kultur Biji

Seed Cultures atau kultur biji dilakukan untuk biji dari tanaman yang tidak dapat dikecambahkan secara eks vitro ataupun jika dapat berkecambah secara eks vitro maka persentase perkecambahannya rendah. Hal ini disebabkan karena biji-biji tersebut berukuran sangat kecil dan sedikit atau tidak sama sekali mempunyai endosperm (cadangan makanan). Beberapa literatur menyebutkan bahwa kultur biji tanpa cadangan makanan ini juga disebut sebagai kultur embrio. Cadangan makanan pada biji diperlukan embrio biji untuk proses melakukan respirasi sehingga dapat menghasilkan energi untuk biji berkecambah. Alasan ini menyebabkan biji-biji tanaman ini harus dikecambahkan melalui teknik *in-vitro* dengan cara memberikan sumber karbohidrat eksternal untuk respirasi. Selain itu, pada media juga ditambahkan nutrisi untuk pertumbuhan lanjutan dari biji yang telah berkecambah. Salah satu contoh tipe biji seperti ini adalah biji tanaman anggrek. (Dwiyani, 2015)

2.3 Pematangan Dormansi

Dormansi adalah keadaan pertumbuhan dan metabolisme benih yang terpendam, dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak baik atau faktor dari tumbuhan itu sendiri. Dormansi juga merupakan suatu prinsip kerja dari biji tanaman untuk mempertahankan diri terhadap suhu yang sangat rendah pada musim dingin, bahkan pada suhu yang lebih panas (Sasmitamihardja dan Siregar, 1997)

Beberapa perlakuan dapat diberikan pada biji, sehingga tingkat dormansinya dapat diturunkan dan presentase kecambahnya tetap tinggi. Perlakuan tersebut dapat ditujukan pada kulit biji, embrio, maupun endosperm biji. Hal ini dimaksudkan untuk menghilangkan faktor penghambat perkecambahan dan mengaktifkan kembali sel-sel yang dorman. Dormansi biji dapat dipatahkan dengan cara: 1) perlakuan mekanis seperti skarifikasi dan

tekanan; 2) perlakuan dengan perendaman air; 3) perlakuan dengan cahaya; dan 4) perlakuan kimia Yuniarti, 2015).

Perendaman menggunakan air panas merupakan salah satu cara untuk mematahkan dormansi benih *Micro-Tom*. Menurut Sutopo (2002) pada proses perkecambahan lama perendaman diketahui cukup membantu perkecambahan biji, namun lama perendaman dalam air hanya membantu (mematahkan masa dormansi) akan tetapi tidak mengubah viabilitas biji yang ditentukan oleh sifat genetik dari biji. Faktor genetik biji juga sangat berperan dalam proses perkecambahan biji yang menentukan cepat lambatnya proses perkecambahan biji.

2.4 Organogenesis

Organogenesis dalam kultur *in-vitro* tanaman adalah proses terbentuknya organ tanaman dari jaringan eksplan secara langsung, maupun tidak langsung. Pada dasarnya regenerasi tanaman yang melalui proses organogenesis dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu: 1) organogenesis secara langsung dari eksplan yang memiliki primordia tunas. 2) organogenesis secara langsung dari eksplan yang tidak memiliki primordia tunas. 3) organogenesis secara tidak langsung melalui fase kalus (Dwiyani, 2015).

Organogenesis secara langsung dari eksplan yang memiliki primordia tunas dapat terjadi jika jaringan eksplan yang digunakan memiliki calon tunas (*pre-existing shoots*) yang belum muncul ke permukaan. Tunas apikal (*apical buds*), tunas lateral (*lateral buds*), dan irisan buku atau ruas pada batang (*nodal segment*) dapat dijadikan bahan eksplan untuk organogenesis secara langsung dari eksplan yang memiliki primordia tunas.

Organogenesis secara langsung dari eksplan yang tidak mempunyai calon tunas dapat terjadi jika tunas muncul secara langsung contohnya dari irisan daun. misalnya, tunas-tunas kecil dapat tumbuh secara langsung dari irisan daun anggrek *Vanda tricolor* yang ditanam pada media dasar MS tanpa hormon. Lalu kemudian tunas-tunas ini disubkultur ke media untuk induksi akar untuk menghasilkan plantlet. Tunas yang muncul dari jaringan tanaman yang tidak memiliki bakal tunas disebut tunas adventif. Istilah tunas adventif juga digunakan

untuk perbanyak tanaman secara vegetatif konvensional. Organogenesis secara tidak langsung terjadi ketika organ yang terbentuk (dalam hal ini tunas) terjadi melalui fase kalus. Contohnya adalah pada kultur umbut pada kelapa sawit (Dwiyani, 2015)

2.5 Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah proses penyesuaian atau adaptasi plantlet dari kondisi mikro di dalam botol ke kondisi lingkungan luar. Plantlet yang dapat diaklimatisasi adalah plantlet yang telah lengkap organnya seperti akar, daun, dan batang sehingga ketika berada di luar lingkungan, plantlet dapat melanjutkan pertumbuhannya dengan baik. Tahapan aklimatisasi ini merupakan tahapan yang sangat kritis karena banyak kegagalan terjadi pada tahapan ini. Tujuan dari aklimatisasi adalah untuk mengkondisikan tanaman agar tidak terjadi stress pada waktu ditanam di lapangan.

Perbedaan kondisi lingkungan *in-vivo* dengan kondisi *in-vitro* menyebabkan terjadinya persentase tumbuh tanaman yang rendah jika pada tahapan aklimatisasi tidak dilakukan dengan baik. Proses aklimatisasi dapat menentukan hasil akhir keberhasilan teknik kultur *in-vitro*. Kondisi non aseptik dan tidak terkontrol seperti suhu, cahaya serta kelembaban, dapat menyebabkan tanaman harus mampu bertahan hidup dalam kondisi autotrof. Perlakuan yang tepat dan terkontrol pada plantlet akan menentukan tingkat keberhasilan saat aklimatisasi (Handini, 2012).

Aklimatisasi plantlet hasil kultur *in-vitro* biasanya menggunakan media konvensional berupa campuran tanah, pasir dan humus sebagai media tumbuhnya, sehingga mempunyai beberapa kekurangan. Organisme patogen yang hidup pada media tersebut membuat pertumbuhan plantlet fase aklimatisasi menjadi kurang optimal. Aklimatisasi berbasis hidroponik mampu meniadakan patogen tular tanah penyebab penyakit (Ploetz, 2015) pada tanaman tomat.