

# PROSPEK PEMANFAATAN TEKNOLOGI KULTUR *IN VITRO* UNTUK PERBANYAKAN TANAMAN JAMBU METE (*Anacardium occidentale* L.)

Rossa Yunita

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian

Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia

## PENDAHULUAN

Tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki potensi cukup besar untuk dikembangkan di daerah marginal beriklim kering. Tanaman ini memiliki nilai ekonomi cukup tinggi dan memiliki prospek untuk meningkatkan nilai ekspor (Rusmin *et al.* 2006). Prospek pasar komoditas jambu mete sangat bagus, meningkatnya pertumbuhan konsumsi dunia khususnya negara-negara di Amerika Utara, Uni Eropa, China, Timur Tengah, India dan Australia sebagai negara konsumen kacang mete dunia adalah salah satu peluang bagi Indonesia untuk meningkatkan produksi jambu mete (Kurniawan 2016).

Indonesia merupakan negara pengeksport jambu mete cukup besar di samping India dan Brazil. Pada tahun 2015 diperkirakan daerah penghasil utama jambu mete di Indonesia adalah provinsi NTT dengan luas 181.188 ha, Sulawesi Tenggara 117.749 ha,

Sulawesi Selatan 60.523 ha, Jawa Timur 52.219 ha, dan NTB 57.240 ha. Sebagai daerah sentra produksi utama adalah provinsi NTT karena cakupan areal tanam mencapai 32,88% dari total areal secara nasional, akan tetapi produktivitasnya sekitar 470 kg/tahun (Ditjenbun 2014), masih sangat rendah bila dibandingkan dengan negara lain mencapai 800 kg/ha/thn (Listyati & Sudjarmoko 2011). Oleh karena itu program pengembangan tanaman jambu mete menjadi prioritas serta perlu mendapat dukungan teknologi yang tepat, khususnya tersedianya benih unggul yang memadai.

Perbanyakan tanaman jambu mete dapat dilakukan secara vegetatif dan generatif. Perbanyakan secara vegetatif melalui pencangkokan, okulasi dan penyambungan mengalami kesulitan karena tidak tersedia tanaman induk yang memadai. Tanaman jambu mete merupakan tanaman tahunan menyerbuk silang dengan waktu regenerasi cukup lama yaitu 5–8 tahun (Purseglove 1982). Umumnya tanaman ini diperbanyak secara generatif sehingga keturunannya mempunyai sifat berbeda dengan induknya. Salah satu upaya mengatasi permasalahan tersebut ialah dengan melakukan perbanyakan vegetatif melalui kultur *in vitro*. Dengan teknik ini dapat diproduksi benih yang memiliki beberapa kelebihan diantaranya: mampu menghasilkan benih dalam jumlah banyak dalam waktu relatif singkat, bersifat seragam, tidak dibatasi faktor iklim dan musim serta meminimalkan infeksi virus (Winkelmann 2013)

Perbanyakan vegetatif melalui kultur *in vitro* telah lama dilakukan sebagai teknologi yang berpotensi untuk penggandaan benih dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif cepat. Selain itu bahan tanaman yang digunakan sebagai eksplan pada metode kultur *in vitro* jauh lebih sedikit dari pada cara metode konvensional. Keberhasilan pada tanaman tahunan berkayu umumnya masih rendah dibandingkan tanaman herba, salah satu kendala dalam kultur *in vitro* tanaman berkayu adalah

lambatnya laju pertumbuhan tunas sehingga laju multiplikasinya rendah, selain itu masalah perakaran juga sulit diatasi (Rathore 2004).

Pemilihan formulasi media yang tepat sangat menentukan keberhasilan perbanyakan benih, penggunaan zat pengatur tumbuh merupakan salah satu faktor penting untuk diferensiasi jaringan tanaman yang dikulturkan. Untuk meningkatkan laju pertunasan selain sitokinin, terdapat komponen organik lain yang mempunyai pengaruh fisiologis yang sama yaitu thidiazuron (Thimmappaiah 2002). Senyawa organik tersebut merupakan derivat urea yang tidak mengandung rantai purin yang umumnya dimiliki oleh sitokinin. Kombinasi antara BA dengan thidiazuron lebih efektif dalam memacu proliferasi tunas (Thimmappaiah, 2002)

Masalah lain yang sering pula dijumpai pada perbanyakan *in vitro* tanaman berkayu termasuk jambu mete adalah gugurnya tunas dan daun yang terjadi lebih dini. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka pemilihan formulasi media yang tepat sangat menentukan keberhasilan perbanyakan (Aliyu 2005). Oksidasi fenol pada tanaman berkayu seperti jambu mete cukup tinggi, sehingga sering menghambat pertumbuhan eksplan. Penambahan senyawa yang dapat mengantisipasi aktivitas oksidasi fenol ini menjadi sangat diperlukan (Hutami 2008).

Tulisan ini bertujuan untuk mengulas prospek pemanfaatan teknologi kultur *in vitro* untuk perbanyakan tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale* L).

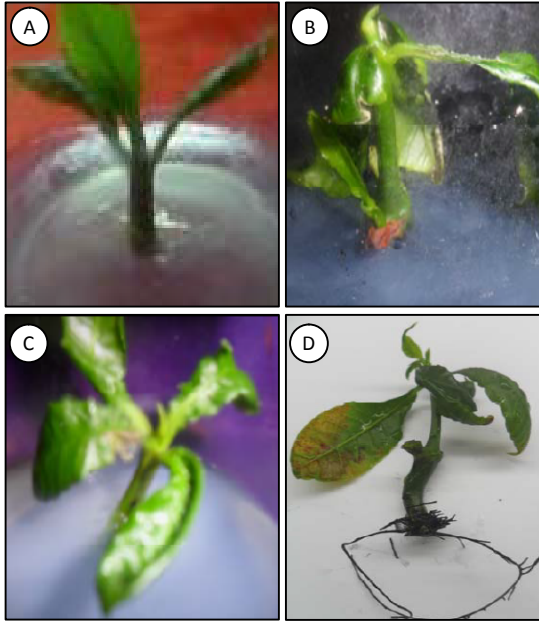
## **PERBANYAKAN JAMBU METE SECARA *IN VITRO***

Perbanyakan tanaman jambu mete melalui kultur *in vitro* dapat dilakukan melalui dua jalur yaitu organogenesis dan embriogenesis.

## Organogenesis

Organogenesis merupakan suatu proses pembentukan organ dari jaringan yang bersifat meristem (Srilestari 2005). Keuntungan perbanyakan melalui jalur organogenesis antara lain waktu perbanyakan lebih cepat, jumlah benih yang dihasilkan tidak terbatas, bagian tanaman induk yang digunakan sebagai eksplan lebih sedikit sehingga tidak merusak tanaman induk, benih yang dihasilkan akan bebas hama dan penyakit, untuk perbanyakan hanya memerlukan lahan sempit dan memiliki sifat genotipe yang sama dengan induknya (Winkelmann 2013).

Keberhasilan perbanyakan tanaman melalui organogenesis pada tanaman berkayu umumnya masih kecil bila dibandingkan dengan pada tanaman berdingk lunak (Isah 2016). Beberapa masalah yang ditemukan pada proses organogenesis tanaman berkayu termasuk jambu mete diantaranya lambatnya pertumbuhan tunas karena jaringan yang digunakan sebagai eksplan umumnya jaringan yang sudah tua sehingga tidak bersifat meristematik. Masalah lain yang dapat ditemui adalah tingkat multiplikasi masih rendah, di samping itu induksi akar dari tunas yang dihasilkan secara *in vitro* masih mengalami kendala (Yunita 2012). Sterilisasi eksplan jambu mete juga menjadi masalah utama dan cukup sulit diatasi karena jaringannya yang mengandung getah (Suhartati 2008). Perbanyakan tanaman jambu mete melalui jalur organogenesis telah berhasil dilakukan (Yunita *et al.* 2012), formulasi media terbaik untuk induksi tunas adalah MS + BA 0,7 mg/l (Gambar 2.1A) dan untuk multiplikasi tunas ialah MS + thidiazuron 0,5 mg/l + zeatin 1 mg/l (Gambar 2.1B). Pada perpanjangan tunas membutuhkan media MS + GA 1 mg/l + zeatin + 3 mg/l (Gambar 2.1C). Metode terbaik untuk induksi akar adalah perendaman tunas *in vitro* dalam larutan IAA 100 mg/l (Gambar 2.1D).



Sumber: Yunita et al. (2012)

**Gambar 2.1.** Pebanyakan tanaman jambu mete melalui jalur organogenesis

### ***Embriogenesis***

Metode proliferasi tunas, dengan menggunakan tunas adventif maupun tunas aksilar telah banyak diterapkan untuk perbanyakan secara *in vitro*, akan tetapi perbanyakan melalui jalur embriogenesis somatik pada tanaman berkayu masih perlu penyempurnaan (Germanà & Lambardi 2016).

Tahap perkembangan embriogenesis somatik mirip dengan proses embriogenesis zygotik dalam hal mekanisme perkembangannya. Embriogenesis somatik memegang peran penting dalam perbanyakan secara *in vitro*, konservasi plasma nutfah, dan perbaikan sifat genetik pada tanaman berkayu seperti jambu mete (Chiancone & Germanà 2013; Ozudogru & Lambardi 2016).

Embriogenesis somatik merupakan proses regenerasi yang terdiri dari beberapa tahap pertumbuhan dimulai dengan pembentukan masa kalus yang bersifat embriogenik (Afreen & Zobayed 2008). Teknologi ini penting untuk memperbanyak tanaman berkayu yang memiliki siklus hidup relatif panjang dan sulit berkembang biak dengan metode konvensional (Isah 2016). Dalam kultur *in vitro*, regenerasi tanaman melalui embriogenesis somatik memberikan banyak keuntungan dibandingkan dengan organogenesis, karena tanaman berasal dari sel tunggal dan akan mengoptimalkan produksi embrio berskala besar dengan menggunakan bioreaktor dan produksi benih sintetis. Sifat bipolar embrio akan menghasilkan planlet tanpa melalui tahap induksi perakaran yang cukup sulit khususnya pada tanaman berkayu. Metode ini juga sangat diperlukan untuk menghasilkan tanaman transgenik (Normah *et al.* 2013).

Embrio somatik dan zigotik memiliki tahap perkembangan yang hampir sama, umumnya melewati tahap *globular*, torpedo, dan kotiledon pada tanaman dikotil, sedangkan pada tanaman monokotil meliputi fase *globular*, *scutellar*, dan *coleoptilar*. Ada dua cara berbeda untuk menginduksi embriogenesis somatik yaitu embriogenesis somatik langsung dan embriogenesis somatik tidak langsung (Yang & Zhang 2010). Dalam embriogenesis somatik langsung, embrio somatik dapat langsung diinduksi dari eksplan tanpa melalui tahap kalus (Montalbán *et al.* 2012;). Perbedaan antara embriogenesis somatik langsung dan tidak langsung akan sulit diamati karena pada embriogenesis somatik tidak langsung diawali dengan pembentukan massa *proembriogenic mass* (PEM), diikuti oleh pembentukan embrio somatik, pematangan, dan konversi. Hal yang penting dalam proses embriogenesis somatik tidak langsung pada tanaman berkayu adalah produksi jika PEM yang terdiri dari sel embriogenik yang berproliferasi untuk mendapatkan sel embrionik yang cukup banyak akan tetapi tidak terjadi variasi somaklonal. Dalam proses ini

Auxin diperlukan untuk proliferasi PEMs tetapi akan menghambat pengembangan PEMs menjadi embrio somatik (Yang & Zhang 2010).

Peranan zat pengatur tumbuh dalam perubahan kompetensi sel somatik menjadi sel yang bersifat embriogenik sangat penting. Perbanyakkan tanaman melalui jalur embriogenesis akan menghasilkan embrio yang berasal dari pembentukan dan pertumbuhan sel-sel somatik bukan dari peleburan gamet jantan dan betina (Guan *et al.* 2016). Terbentuknya struktur yang bipolar dan kondisi fisiologis yang menyerupai embrio zigotik maka perbanyakkan melalui jalur embrio somatik lebih menguntungkan dari pada pembentukan tunas adventif yang unipolar (Guan *et al.* 2016). Pada tanaman monokotil, zat pengatur tumbuh yang berperan dalam proses embriogenesis somatik umumnya auksin sedangkan pada tanaman dikotil sangat bervariasi. Induksi kalus pada tanaman jambu mete umumnya digunakan auksin berupa 2,4-D sedangkan untuk regenerasinya menggunakan kombinasi antara auksin dan sitokinin (Aliyu & Mashood 2005).

## **FAKTOR FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN KULTUR *IN VITRO* PADA TANAMAN JAMBU METE**

### ***Faktor biologi***

Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan micropropagasi dalam kultur *in vitro* pada tanaman berkayu khususnya jambu mete adalah kondisi bahan tanaman (eksplan) yang digunakan yang dikenal sebagai faktor biologi seperti jenis eksplan (daun, batang, embrio, dll.) dan tahap perkembangan jaringan (jaringan muda atau jaringan dewasa). Untuk itu perlu mengoptimalkan kemampuan regenerasi eksplan pada kondisi *in vitro* dengan memilih jenis dan tahap perkembangan eksplan atau

umur eksplan yang tepat, misalnya pada tanaman *Pinus radiata*, embrio somatik dihasilkan dengan menggunakan eksplan dari embrio yang dipotong dari benih yang belum dewasa (Montalban 2012), sedangkan pada tanaman *Taxus chinensis*, biji yang telah dewasa dapat digunakan sebagai eksplan pada kultur embrio. (Song *et al.* 2014). Untuk menginduksi embriogenesis somatik pada tanaman angiospermae umumnya menggunakan embrio zigotik sebagai eksplan. Di samping itu usia fisiologis dari eksplan juga dapat menentukan potensi regenerasinya. Penggunaan embrio sebagai eksplan untuk memperbanyak tanaman tentunya akan menghasilkan tanaman yang tidak sama dengan induknya akan tetapi untuk mengatasi masalah ini dapat melakukan persilangan yang terkendali untuk mendapatkan embrio dengan sifat yang diharapkan (Isah 2016).

Pada tanaman jambu mete eksplan yang digunakan sangat beragam. Beberapa peneliti telah melaporkan keberhasilan induksi embrio somatik pada tanaman jambu mete dengan menggunakan eksplan embrio zigotik dan tunas terminal (Assis *et al.* 2012), nuselus (Anil & Thimmappaiah 2005), dan mahkota bunga (Ajjiah *et al.* 2011).

Faktor lain yang mempengaruhi kemampuan multiplikasi tunas *in vitro* jambu mete adalah umur eksplan (Bessa & Sardinha 1994) melaporkan bahwa biakan yang dikulturkan pada media MS yang diperkaya dengan BAP 1 mg/l dan IAA 0,5 mg/l menghasilkan persentase tunas yang terbentuk mencapai 100% dari eksplan yang berasal dari tanaman berumur 3–5 bulan sedangkan eksplan yang berasal dari tanaman yang berusia 1-2 tahun menghasilkan tunas sebanyak 57%. Sementara itu Srinidhi *et al.* (2008) menyampaikan bahwa respons tanaman dewasa dapat ditingkatkan melalui juvenilisasi dari tunas. Hal ini dapat dilakukan dengan teknik mikrografting meristem ke batang bawah benih tanaman jambu mete dari tanaman dewasa yang belum digunakan sebagai sumber eksplan.

Salah satu kendala yang cukup penting pada perbanyakan jambu mete ialah metabolit sekunder yang teroksidasi seperti fenol setelah pelukaan pada jaringan (Ariyanti *et al.* 2014). Kalus berwarna hijau pucat menunjukkan adanya aktivitas morfogenesis sedangkan kalus yang berwarna coklat biasanya tidak terorganisir membentuk organ. Metabolit sekunder yang berasal dari saluran floem pada eksplan akan mengakibatkan pencoklatan pada media dan nekrosis pada eksplan jambu mete akan menghambat pertumbuhan biakan (Ariyanti *et al.* 2014).

Beberapa langkah dan pendekatan telah dicoba dalam upaya mengatasi masalah pencoklatan eksplan pada tanaman jambu mete yaitu dengan menggunakan antioksidan seperti arang aktif yang ditambahkan pada media kultur. Pengkulturan eksplan pada media tumbuh tanpa arang aktif, persentase tumbuhnya sangat rendah. Subkultur yang berulang pada media yang mengandung arang aktif selama beberapa periode pada setiap priode tertentu akan meningkatkan keberhasilan eksplan yang tumbuh (Isah 2016). Selain penambahan arang aktif, pengkulturan pada kondisi gelap selama 1 minggu juga akan meningkatkan keberhasilan induksi tunas jambu mete (Thanishka 2009). Kultur jambu mete pada media yang mengandung arang aktif, disubkultur secara berulang dan ditempatkan pada ruang gelap akan meningkatkan keberhasilan kultur dengan meningkatnya eksplan yang hidup. Metode lain yang dapat digunakan untuk mengantisipasi masalah mencoklatan adalah dengan menggunakan asam askorbat (Huang *et al.* 2002).

### ***Media tumbuh***

Saat ini banyak jenis media tumbuh yang digunakan untuk kultur jaringan tanaman berkayu. Umumnya media tumbuh bervariasi pada konsentrasi kandungan unsur makro dan mikro akan tetapi jenis unsur yang digunakan umumnya sama. Per-

bedaan konsentrasi unsur makro dan mikro dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Meski banyak tanaman dapat tumbuh dengan baik pada suatu jenis media akan tetapi tingkat pertumbuhan serta potensi morfogenetik akan berbeda bila dikulturkan pada media lain (Aliyu 2005). Untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam kultur, unsur nitrogen sangat penting, baik bentuk dan jumlah nitrogen dalam medium akan memberikan pengaruh yang signifikan pada laju pertumbuhan sel, morfologi sel dan potensi regenerasi. (Aliyu & Awopetu 2005).

Jambu Mete umumnya dikulturkan pada media dasar dengan penambahan agar, akan tetapi hasil penelitian Yunita *et al.* (2012) menunjukkan induksi tunas pada media cair (media tanpa penambahan agar) dengan BAP dapat meningkatkan perkembangan tunas aksilar. Aliyu & Awopetu (2005) melaporkan bahwa media dasar MS adalah paling efisien untuk regenerasi tunas tanaman jambu mete.

### ***Zat Pengatur Tumbuh***

Jenis dan konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang digunakan dalam media kultur memiliki peran penting dalam tahap organogenesis maupun embriogenesis karena jambu mete merupakan tanaman berkayu sehingga proses regenerasinya agak sulit sehingga membutuhkan komposisi ZPT yang tepat (Guan 2016).

Induksi kalus embriogenik pada tanaman jambu mete umumnya menggunakan zpt auksin 2,4-D (Anil & Thimmappaiah 2005). Martin (2003) telah berhasil melakukan induksi embriogenesis somatik jambu mete secara langsung dari eksplan selaput biji dengan menggunakan media MS dengan penambahan BA, adenin sulfat dan NAA dengan rata-rata 3.3 embrio per eksplan.

Zat pengatur tumbuh yang digunakan untuk regenerasi tunas adalah sitokinin seperti BA atau Kinetin. Sitokinin umumnya digunakan dikombinasikan dengan auksin untuk inisiasi dan pemeliharaan kultur kalus. Sitokinin juga menginduksi multiplikasi tunas pada tunas aksilar yang berasal dari kultur embrio. Yunita *et al.* (2012) melaporkan 100% eksplan tunas jambu mente mampu membentuk tunas *in vitro* pada media kultur yang diperkaya dengan kinetin 0,7 mg/l. Akan tetapi kombinasi thidiazuron dan BAP menghasilkan nekrosis pada eksplan. Beberapa hasil penelitian juga menunjukkan penggunaan TDZ, BAP atau Kinetin secara terus menerus akan menurunkan pembentukan dan pemanjangan tunas serta akan menurunkan kemampuan multiplikasi tunas (Yunita 2012). Asam Absisik (ABA) pada tanaman berkayu umumnya dapat mempengaruhi pertumbuhan kultur dan menginduksi perkembangan embrio. ZPT ABA ini berperan pada proses pematangan embrio (Becwar *et al.* 1990)

Etilen diketahui berperan sebagai penghambat pembelahan sel dan meningkatkan penuaan. Etilen ini memiliki peran ganda yaitu sebagai inhibitor serta promotor morfogenesis. Interaksi kompetitif antara *tlebiosintesis poliamina* dan etilena memiliki peran penting dalam induksi embriogenesis somatik dalam kultur sel. ZPT Asam Giberelin umumnya berperan untuk meningkatkan jumlah dan panjang tunas akan tetapi masih kesulitan untuk induksi akar sehingga jumlah plantlet yang dihasilkan hanya sedikit. (Boggetti 1997).

### ***Lingkungan fisik***

Sel tumbuhan berupaya mempertahankan pH di sitoplasma pada kisaran tertentu, bahkan ketika mengalami perubahan pH eksternal dari lingkungan luar. pH media akan mempengaruhi pertumbuhan dan diferensiasi sel beberapa jenis tanaman akan tetapi pada tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi tidak terlalu

terpengaruh terhadap perubahan pH selagi pada standar medium kecuali pada perubahan nilai pH yang ekstrim (<3.5 atau >8.0). Meskipun sebagian besar media kultur jaringan disesuaikan ke pH 5.2-5.6, sel-sel dalam kultur dapat secara nyata mengubah pH media eksternal melalui penyerapan nutrisi yang berbeda seperti amonium dan nitrat (Jain & Minocha 2000).

Interaksi antara suhu, senyawa kimia dan parameter fisik secara tidak langsung dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan. Umumnya, suhu ruangan kultur di laboratorium kultur jaringan berkisar 22–28°C dengan siklus terang dan gelap yang berbeda. Suhu juga diketahui sangat penting untuk pembentukan dan pemanjangan tunas jambu mete. Beberapa hasil penelitian menunjukkan tunas yang tumbuh pada suhu 35°C mengakibatkan pertumbuhan tunas tertekan. Pada tahapan organogenesis ada dua tahapan perubahan suhu. Langkah pertama yaitu menggunakan suhu rendah untuk induksi tunas dan diikuti oleh suhu yang lebih tinggi untuk mendapatkan pemanjangan tunas yang optimal (Aliyu & Mashood 2005).

## **POTENSI PEMANFAATAN TEKNOLOGI *IN VITRO* UNTUK PERBANYAKAN JAMBU METE**

Kultur *in vitro* merupakan salah satu metode perbanyakan tanaman secara vegetatif dengan menumbuhkan bagian tanaman dan mengkulturkannya di dalam medium yang kaya akan nutrisi pada kondisi aseptik. Bagian tanaman yang dikulturkan tersebut akan memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman yang utuh. Perbanyakan tanaman jambu mete secara *in vitro* dapat dilakukan melalui jalur embriogenesis somatik dan organogenesis (Aliyu & Awopetu 2005).

Perbanyakan melalui jalur embriogenesis pada tanaman jambu mete melalui tahapan globular, torpedo, dan kotiledon. Untuk induksi kalus umumnya menggunakan zat pengatur tum-

buh auksin yaitu 2,4D. Sedangkan untuk pertumbuhan pada tahap berikutnya dibutuhkan kombinasi antara sitokinin dan auksin pada konsentrasi tertentu. Perbanyakan melalui jalur ini memiliki banyak keuntungan diantaranya tanaman yang dihasilkan berasal dari sel tunggal kemungkinan besar akan sama dengan induksi. Melalui metode dapat memproduksi embrio berskala besar untuk menghasilkan benih sintetis dengan memanfaatkan bioreaktor.

Perbanyakan tanaman jambu mete melalui jalur organogenesis terdiri atas beberapa tahapan yaitu induksi tunas, multiplikasi tunas, pemanjangan tunas dan induksi perakaran. Tiap tahapan dari metode ini membutuhkan komposisi zat pengatur tumbuh yang berbeda-beda. Perbanyakan tanaman jambu mete melalui jalur organogenesis ini memiliki beberapa keuntungan di antaranya penggunaan tanaman induk sebagai eksplan yang sedikit akan menghasilkan benih yang relatif besar, di samping itu waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi bibit lebih sedikit dan benih yang dihasilkan bebas dari hama dan penyakit (Surachman 2011).

Penerapan teknologi kultur *in vitro* pada tanaman jambu mete memiliki beberapa kelemahan diantaranya adalah tingkat multiplikasinya masih rendah dibandingkan dengan tanaman berdingk lunak. Pertumbuhan tunas *in vitro* relatif lebih lambat, di samping itu keberhasilan induksi akar dari tunas *in vitro* relatif masih rendah (Suhartati 2008).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa perbanyakan tanaman jambu mete melalui organogenesis maupun embriogenesis somatik dapat dilakukan. Optimalisasi dari metode yang telah dihasilkan perlu dilakukan untuk memperoleh tingkat multiplikasi yang lebih tinggi. Oleh karena itu perbanyakan jambu mete dengan kultur *in vitro* diharapkan dapat menyediakan benih jambu mete secara masal, seragam dan ber-

kesinambungan, seperti pada tanaman *Eucalyptus benthamii* (Brondani *et al.* 2018), dan *Paulownia kowakamii* (Labna *et al.* 2008).

## KESIMPULAN

Perbanyak tanaman jambu mete melalui teknik kultur jaringan dapat dilakukan melalui dua jalur yaitu organogenesis dan embriogenesis somatik. Kedua proses ini memiliki kekurangan dan kelebihan yang dapat disesuaikan dengan tujuan dari perbanyak tersebut. Tanaman jambu mete merupakan tanaman berkayu yang cukup sulit untuk diperbanyak dengan teknik kultur jaringan. Akan tetapi dari beberapa hasil penelitian menunjukkan tanaman jambu mete dapat diperbanyak melalui jalur embriogenesis somatik maupun organogenesis. Dengan memperhatikan faktor biologi, komposisi media, zat pengatur tumbuh dan lingkungan fisik serta mengoptimalkan metode yang telah diperoleh dari hasil penelitian, sebelumnya dapat dilakukan untuk produksi benih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajjah N, Sulistyorini I, Yunita R. (2011). Peningkatan pembentukan kalus jambu mete pada kultur *in vitro* dari eksplan daun dan mahkota bunga. *Bul RISTRI*. 2:137-142.
- Ariyanti F, Tumilisar C, Yunita R. (2014). Pengaruh kombinasi sitokinin dan gibberelin terhadap pemanjangan tunas jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) secara *in vitro*. *Bioma*. 10:35-45.
- Asis KC, Pereira FD, Cabral JSR, Silva FG, Silva JW, Santos SC. (2012). *In vitro* cultivation of *Anacardium othonianum* Rizz.: effects of salt concentration and culture medium volume. *Maringá*. 34:77-83.

- Afreen F, Zobayed SMA. (2008). Photoautotrophic plant conversion in the process of somatic embryogenesis. In: T. Kozai, E. Afreen and S.M.A. Zobayed, editors. Photoautotrophic (sugar-free medium) Micropropagation as a New Propagation and Transplant Production System. p. 91-122.
- Aliyu OM. (2005). Application of tissue culture to cashew (*Anacardium occidentale* L.) breeding: an appraisal. *Afr J Biotechnol.* 4:1485-1489.
- Aliyu OM, Awopetu JA. (2005). *In vitro* regeneration of hybrid plantlets of cashew (*Anacardium occidentale* L.) through embryo culture. *Afr J Biotechnol.* 4:548-553.
- Anil S, Thimmappaiah R. (2005). Somatic embryogenesis from nucellar callus of cashew. *J Horti Sci Biotechnol.* 80:327-331.
- Bahri NB, Bettaieb T. (2013). *In vitro* propagation of a forest tree *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.-A valuable medicinal tree species. *Albanian J Agric Sci.* 12:37-42.
- Becwar M, Nagmani R, Wann S. (1990). Initiation of embryogenic culture and somatic embryo development in Loblolly Pine (*Pinustaeda*). *Can J For Res.* 20:810-817.
- Boggetti B. (1997). Development of micropropagation and potential genetic transformation system for cashew (*Anacardium occidentale* L.). [Ph.D Thesis]. London (UK): Wye College, University of London.
- Bessa AMS, Sardinha RMA. (1994). Propagacao vegetative do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) atraves da cultura *in vitro* de microestacas. *XIII Congre Bras Fruticult.* 1:257-258.
- Brondani GE, Ondas HWW, Baccarin FJB, Gonçalves AN, Almeida M. (2012). Micropropagation of *Eucalyptus benthamii*

to form a clonal micro-garden. *In Vitro Cell Develop Biol Plant*. 48:478-487.

Chiancone B, Germanà MA. (2013). Micropropagation of *Citrus* spp. by organogenesis and somatic embryogenesis. In: Lambardi M, Ozudogru EA, Jain SM, editors. Protocols for micropropagation of selected economically-important horticultural plants. New York (USA): Springer Science CC Business Media. pp. 99–118.

Ditjenbun. (2014). Statistik Perkebunan Indonesia 2013–2015 Jambu Mete. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Perkebunan. 40 hlm.

Germanà MA, Lambardi M. (2016). *In vitro* embryogenesis in higher plants. New York (USA): Springer Science Business Media.

Huang LC, Lee YL, Huang BL, Kuo CI, Shaw JF. 2002. High polyphenol oxidase activity and low titratable acidity in browning bamboo tissue culture. *In Vitro Cell Dev Biol Plant*. 38:358-365.

Guan Y, Li L, Fan XF, Su ZH. (2016). Application of somatic embryogenesis in woody plants. *Front Plant Sci*. 7:1-12.

Hutami S. (2008). Masalah pencoklatan pada kultur jaringan. *J AgroBiogen*. 4:83-88.

Isah T. (2016). Induction of somatic embryogenesis in woody plants. *Acta Physiol Plant*. 38:1-22.

Jain SM, Minocha SC. (2000). Tissue culture of woody plant and its relevance to molecular biology. In: Jain SM, Minocha SC, editors. Molecular Biology Plant of Woody Plant. Dordrecht (Netherlands): Kluwer Academic Publishers. p. 315–339.

- Kurniawan (2016). Strategi dan Prospek Pengembangan Jambu Mete (*Anacardium occidentale*. L) Kabupaten Jember. J Manaj Teor Terap. 9:242-258.
- Listyati D, Sudjarmoko B. (2011). Nilai tambah ekonomi pengolahan jambu mete Indonesia. Bul RISTRI. 2:231-238.
- Lobna S, Taha MM, Ibrahim S, Farahat MM. (2008). A micropropagation protocol of *Paulownia kowakamii* through *in vitro* culture technique. Aust J Basic Appl Sci. 2:594-600.
- Martin KP. (2003). Plant regeneration through direct somatic embryogenesis on seed coat explant of cashew (*Anacardium occidentale* L.). Sci Hortic. 98:299-304.
- Montalbán I, De Diego N, Moncaleán P. (2012). Enhancing initiation and proliferation in radiata pine (*Pinus radiata* D. Don) somatic embryogenesis through seed family screening, zygotic embryo staging and media adjustments. Acta Physiol Plant. 34:451-460.
- Normah M, Rohani E, Mohamed-Hussein Z. 2013. Somatic embryogenesis in higher plants. Malays Appl Biol. 42:1-12.
- Ozudogru EA, Lambardi M. (2016). Cryotechniques for the long-term conservation of embryogenic cultures from woody plants. In: Germanà and MA, Lambardi M, editors. *In vitro* embryogenesis in higher plants. New York (USA): Springer Science CC Business Media. p. 537-550.
- Purseglove JW. (1982) Tropical crops dicotyledons. Reprinted. London (UK): Longmans Groups Ltd.
- Rusmin D, Sukarman, Melati. (2006). Pengaruh batang atas dan bawah terhadap keberhasilan penyambungan jambu mete (*Anacardium occidentale* L.). J LITTRI. 12:32-37.

- Surachman D. (2011). Teknik pemanfaatan air kelapa untuk perbanyak nilam secara *in vitro*. Bul Tek Pertan. 16:31-33.
- Srilestari R. (2005). Induksi embrio somatik kacang tanah pada berbagai macam vitamin dan sukrosa. Ilmu Pertan. 12:43-45.
- Srinidhi HV, Gill RIS, Sidhu DS. (2008). Micropropagation of adult and juvenile neem (*Azadirachta indica* A. Juss). J Crop Improv. 21:218-229.
- Suhartati. (2008). Pembiakan kultur jaringan pada jenis tanaman hutan. Mitra Hutan Tanam. 3:141-148.
- Song LL, Zhang HN, Zhao HQ, Jiang YL, Hou MF. (2014). *In vitro* germination and seedling development of *Taxus chinensis* var. Mairei by embryo culture. J Agric Sci Tech. 16:1355-1363.
- Thimmappaiah RA, Shirley, Sadhana PH. 2002. *In vitro* propagation of chasew from young tree. In Vitro Cell Dev Biol. 38:152-156.
- Thanishka V, Kottarachchi NS, Attanayake DPSTG, Jayasekera SJBA. (2009). Callus induction and *in vitro* organogenesis in cashew (*Anacardium occidentale* L.). Proceedings of 9<sup>th</sup> Agricultural Research Symposium. Sri Langka. p. 316-320.
- Winkelmann T. (2013). Recent advances in the propagation of woodyplants. Acta Hort. (ISHS). 990:375-381.
- Yang X, Zhang X. (2010). Regulation of somatic embryogenesis in higher plants. Crit Rev Plant Sci. 29:36-57.
- Yunita R, Mariska I, Tumilisar C. (2012). Perbanyak tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) melalui jalur organogenesis. J AgroBiogen. 8:113-119.