



REVIEW: PEMBENTUKAN BENIH SINTETIK TUNAS *IN VITRO* PISANG (*Musa Sp.*) UNTUK PENYIMPANAN JANGKA PENDEK

Ahla Safira Maulida^{1*}, Fitri Damayanti², Acep Musliman³, Asri Pirade Paserang⁴

^{1,2,3} Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta

⁴ Universitas Tadulako, Palu

*Email korespondensi: shafiraahl@gmail.com

ABSTRAK

Pisang (*Musa sp.*) adalah tanaman berbuah yang banyak di temukan di Indonesia. Perbanyakan bibit pisang secara konvensional masih terkendala penyakit sehingga kurangnya ketersediaan bibit berkualitas. Kultur jaringan digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut, tetapi memiliki kekurangan dalam penyimpanan dan distribusinya. Pembaruan yang didapatkan adalah pembentukan benih sintetik dari tunas *in vitro* melalui metode pertumbuhan minimal dengan teknik enkapsulasi untuk menjaga viabilitas bibit selama penyimpanan. Proses ini melibatkan pembalutan tunas menggunakan Na-alginat serta bahan lainnya dan dilanjutkan dengan uji kemampuan regenerasi setelah masa simpan (minimal 5 bulan). Faktor penentu keberhasilan meliputi jenis eksplan, komposisi bahan pembalut benih, serta kondisi media yang digunakan. Tulisan ini merupakan tinjauan literatur mengenai potensi serta penerapan teknologi benih sintetik dengan penekanan pada efektivitas metode pertumbuhan minimal terenkapsulasi dalam mendukung penyimpanan jangka pendek. Teknologi ini ditargetkan mampu meningkatkan perbanyakan, distribusi, serta konservasi bibit pisang dengan kualitas baik.

Kata kunci: benih sintetik; kultur jaringan; teknik enkapsulasi.



PENDAHULUAN

Pisang (*Musa sp.*) berasal dari Asia Tenggara dan termasuk dalam keluarga Musaceae. Budidaya pisang umumnya dilakukan secara konvensional sehingga rentan terserang penyakit layu fusarium yang menyebabkan penurunan hasil panen. Keadaan ini menyulitkan penyedia bibit pisang dalam skala besar terutama untuk mengembalikan kondisi kebun yang terserang penyakit. Solusi yang dapat dilakukan untuk kondisi tersebut yaitu salah satunya dengan menggunakan teknologi kultur jaringan untuk memperbanyak tanaman. Teknik kultur jaringan dilakukan melalui isolasi komponen tanaman, seperti protoplas, sel, jaringan, atau organ dan mengkultivasikannya secara aseptik sehingga mampu mengalami pembelahan, diferensiasi, dan regenerasi menjadi individu tanaman sempurna (Piter, 2021). Risiko yang mungkin timbul dalam proses biakan *in vitro* adalah terjadinya perubahan genetik yang dapat memengaruhi tingkat keseragaman serta menurunkan kualitas hasil regenerasi tanaman (Sabda dkk., 2024).

Kendala dalam mempertahankan biakan *in vitro* secara berkelanjutan dapat diatasi dengan penggunaan metode penyimpanan *in vitro*. Salah satu metode yang dapat digunakan metode enkapsulasi berbasis natrium alginate yang dipadukan melalui metode pertumbuhan minimal. Teknik ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode konservasi yang lainnya, antara lain: 1) tidak membutuhkan lahan yang luas, 2) dapat menekan kebutuhan tenaga kerja, biaya, serta waktu, 3) kultur mudah diperbanyak kembali, 4) biakan dapat didistribusikan dengan lebih praktis, dan 5) genotipe tanaman lebih terlindungi dari risiko cekaman biotik (misalnya hama dan penyakit) maupun abiotik (seperti kekeringan, banjir, atau keracunan).

Pada umumnya biakan pisang *in vitro* hanya mampu bertahan di dalam botol kultur hingga batas waktu maksimal tiga bulan. Kondisi ini menuntut dilakukannya kegiatan subkultur berulang yang tidak hanya memakan waktu dan tenaga, tetapi juga berpotensi menimbulkan perubahan genetik pada biakan. Hal ini menunjukkan dibutuhkan strategi penyimpanan tanaman pisang dalam jangka menengah maupun panjang. Saat ini studi tentang penyimpanan eksplan pisang secara *in vitro* melalui pendekatan pertumbuhan minimal hingga kini masih jarang dilakukan. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penambahan zat retardan, seperti paklobutrazol atau peningkatan osmolaritas media dengan sorbitol maupun mannitol. Metode ini sejalan dengan penelitian pada tanaman lain yaitu tebu yang menunjukkan bahwa kombinasi paklobutrazol dan teknik enkapsulasi mampu mempertahankan viabilitas biakan hingga 80% setelah tiga bulan penyimpanan (Damayanti et al., 2019).

Masa hidup biakan pisang *in vitro* yang tidak bertahan lama dalam kultur menjadikan teknik penyimpanan terenkapsulasi diperlukan untuk meminimalkan risiko terjadinya keragaman somaklonal. Hal ini diperkuat oleh Indaryani (2019) bahwa waktu budidaya tanaman secara *in vitro* yang semakin panjang berbanding lurus dengan meningkatnya risiko munculnya variasi somaklonal. Selain itu, metode ini kurang efisien karena membutuhkan banyak waktu, tenaga kerja, dan biaya, serta memiliki risiko terjadi kontaminasi yang tinggi. Penyimpanan biakan pisang *in vitro* terenkapsulasi diharapkan berfungsi juga seperti benih sintetik untuk alat memperbanyak secara vegetatif sekaligus sebagai alat penyimpanan sehingga biakan dapat disimpan dalam jangka waktu relatif lama melalui penerapan teknik pertumbuhan minimal.



Keberhasilan pengembangan teknik penyimpanan in vitro pisang melalui metode pertumbuhan minimal terenkapsulasi sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan tanaman, formulasi media, dan strategi pengendalian laju pertumbuhan selama masa simpan. Untuk menelaah potensi serta peluang penerapannya, tulisan ini membahas secara komprehensif prinsip kerja, kemajuan riset, dan tantangan penggunaan metode tersebut untuk penyimpanan jangka menengah (minimal 5 bulan) dengan fokus pada pemeliharaan viabilitas eksplan sekaligus peningkatan efisiensi transportasi dan distribusi bibit unggul.

TEKNOLOGI KULTUR JARINGAN PADA TANAMAN PISANG

Tanaman pisang merupakan tanaman daerah tropis yang dapat tumbuh optimal dan menghasilkan buah sepanjang tahun karena bukan termasuk tanaman musiman. Pisang memiliki keunggulan sebagai bahan baku untuk masyarakat, baik secara produktivitas, nilai gizi, biaya produksi yang cukup rendah, sehingga dapat diterima secara baik di masyarakat. Perbanyakan tanaman pisang dapat dilaksanakan dengan berbagai cara, salah satunya dengan teknik kultur jaringan.

Kultur in vitro yaitu suatu metode untuk mengisolasi dan mendorong pertumbuhan bagian tanaman, seperti sel, protoplasma, jaringan, atau organ dalam kondisi aseptik hingga bisa tumbuh secara optimal (Prayoga, 2022). Teknik tersebut dimanfaatkan secara luas pada perbanyakan pisang (*Musa sp.*) untuk menghasilkan tunas-tunas baru yang memiliki keseragaman genetik dan terbebas dari penyakit dalam skala besar. Keberhasilan perbanyakan melalui kultur jaringan dipengaruhi oleh pemilihan jenis eksplan, media dasar, serta zat pengatur tumbuh yang digunakan (Sulichantini et al., 2024). Pemilihan eksplan dengan potensi regenerasi tinggi seperti tunas menjadi faktor penting untuk menjamin pertumbuhan yang maksimal.

Media Murashige-Skoog (MS) adalah salah satu media dasar yang paling umum diaplikasikan dalam teknik kultur jaringan, termasuk pada perbanyakan tanaman pisang. Media tersebut mengandung unsur hara makro dan mikro, vitamin, serta regulator pertumbuhan yang berperan dalam mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan jaringan tanaman. Pemberian auksin (NAA) dan sitokinin (BAP) berperan dalam menstimulasi pertumbuhan akar, pembentukan tunas, serta induksi kalus pada eksplan. Selain itu, sukrosa ditambahkan sebagai sumber energi, sedangkan agar digunakan sebagai pengental untuk memadatkan media. Penambahan sukrosa sebagai sumber nutrisi organik pada media kultur berfungsi menunjang proses metabolisme eksplan, yang umumnya belum mampu melakukan fotosintesis secara optimal akibat ketiadaan klorofil atau belum berkembangnya kloroplas (Muflikhati et al., 2022). Penggunaan media MS yang tepat, dikombinasikan dengan pemilihan eksplan yang sesuai, dapat meningkatkan efektivitas kultur jaringan dalam menghasilkan bibit pisang yang berkualitas tinggi.

Teknik kultur jaringan memiliki berbagai kendala dalam beregenerasi, salah satunya yaitu browning yang menyebabkan kegagalan regenerasi bahkan kematian eksplan (Sulichantini et al., 2024). Browning pada fase inisiasi muncul akibat akumulasi senyawa fenolik yang dilepaskan ketika eksplan mengalami luka, di mana proses ini umumnya dipicu oleh aktivitas enzim *Polyphenol oxidase* (PPO) (Setyawati et al., 2019). Selain browning, kendala yang dapat terjadi pada regenerasi pisang adalah kontaminasi. Pencegahan dapat dilakukan dengan sterilisasi dalam beberapa



tahap, yaitu pada awal pengambilan eksplan di lapangan, dilanjutkan dengan sterilisasi eksplan di luar *Laminar Air Flow Cabinet* dan kemudian dilakukan sterilisasi lanjutan di dalam *Laminar Air Flow Cabinet* (Sulichantini et al., 2024).

BENIH SINTETIK DENGAN TEKNIK ENKAPSULASI

Teknologi benih sintetis adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk membudidayakan tanaman dari spesies yang tidak dapat menghasilkan biji (Pardede et al., 2021). Teknologi ini memberikan peluang bagi propagul untuk disimpan dalam periode tertentu tanpa kehilangan potensinya untuk tumbuh menjadi tanaman lengkap baik secara *in vitro* maupun *ex vitro*. Kelebihan utama benih sintetis terletak pada fungsinya untuk menjaga viabilitas serta potensi regenerasi propagul selama penyimpanan dan distribusi. Teknologi ini turut mendukung perbanyakan yang lebih efisien, keseragaman genetik, dan upaya konservasi sumber daya genetik tanaman.

Pembentukan benih sintetis dapat dicapai melalui penerapan teknik enkapsulasi. Teknik enkapsulasi merupakan metode pelapisan bagian tanaman hasil kultur *in vitro* dengan matriks agar, sehingga membentuk struktur mirip benih yang dapat disimpan untuk kemudian ditanam kembali dan beregenerasi menjadi plantlet *in vitro* setelah periode tertentu (Prihatini & Hadiati, 2019). Pada pembuatan benih sintetis enkapsulasi berperan melindungi embrio atau tunas hasil kultur *in vitro* sehingga mampu bertahan lebih lama dalam penyimpanan jangka pendek. Teknik ini juga menunjang perbanyakan massal pisang, mempermudah upaya konservasi, serta memungkinkan distribusi tanaman secara lebih efisien. Eksplan yang diaplikasikan berupa tunas pisang *in vitro* dengan ukuran sekitar 0,5 cm, kemudian dienkapsulasi dalam larutan Na-alginat 3% yang berisi media MS, baik tanpa maupun dengan penambahan zat pengatur tumbuh serta suplemen berupa sorbitol atau mannitol.

Sorbitol atau mannitol adalah jenis gula alkohol yang memiliki peran sebagai zat pengatur osmotik pada tanaman. Pada pembentukan benih sintetis kedua zat ini akan menciptakan tekanan osmotik yang tinggi, sehingga mengurangi ketersediaan air bagi jaringan tanaman. Kondisi ini memperlambat metabolisme sel, menekan pembelahan sel, dan menghambat pertumbuhan tunas. Strategi seperti ini banyak diterapkan dalam pembentukan benih sintetis untuk mempertahankan viabilitas selama penyimpanan tanpa memicu pertumbuhan berlebih. Hal ini sejalan dengan penelitian El-Bahr (2016) pada kultur kurma (*Phoenix dactylifera*) menunjukkan penambahan mannitol (40 g/L) atau sorbitol (20 g/L) secara efektif dapat menghambat pembelahan sel dan pertumbuhan kalus, sehingga dapat meningkatkan tingkat kelangsungan hidup kultur selama penyimpanan.

PEMBUATAN BENIH SINTETIK PADA TANAMAN PISANG

Benih sintetis merupakan benih buatan yang disusun dari embrio somatik atau bagian tanaman lain kemudian dilapisi matriks pelindung sehingga mampu tumbuh menjadi tanaman utuh layaknya benih alami. Proses pembentukan benih sintetis dilakukan melalui enkapsulasi embrio somatik ke dalam matriks pelindung untuk mempertahankan viabilitas serta potensi regenerasinya. Embrio somatik diperoleh dari sel somatik melalui embriogenesis membentuk kalus embriogenik yang diinduksi hormon auksin seperti 2,4-D, IAA, IBA, atau NAA.



Teknik yang diterapkan adalah enkapsulasi yakni proses pelapisan bahan tanaman menggunakan matriks, seperti natrium alginat untuk melindungi serta mempertahankan viabilitasnya selama penyimpanan maupun distribusi. Teknik ini masih memiliki sejumlah keterbatasan, seperti penggunaan kemasan plantlet dalam botol serta kebutuhan aklimatisasi sebelum penanaman yang kemudian memfasilitasi pengembangan metode lanjutan berupa teknologi benih sintetis (Cahyono et al., 2020). Tahap awal dalam pembentukan benih sintetis diawali dengan proses induksi kalus embriogenik. Pada tahap ini, eksplan berupa daun, tunas apikal, atau nodus ditumbuhkan pada media kultur yang telah diberi tambahan hormon. Setelah kalus embriogenik terbentuk, dilakukan enkapsulasi melalui pelapisan embrio somatik menggunakan larutan natrium alginat (3–4%), dilanjutkan dengan polimerisasi dalam larutan kalsium klorida (100 mM). Proses ini menghasilkan kapsul hidrogel yang serupa dengan struktur biji zigotik. Konsentrasi Na-alginat yang berlebihan dapat membentuk matriks yang rapat menyebabkan terhambatnya proses perkecambahan embrio somatik (Pardede et al., 2021). Benih sintetis berpotensi untuk disimpan dalam rentang suhu 4–25 °C dengan viabilitas hingga 80% dan regenerasi optimal pada suhu 25 °C. Tahap terakhir yaitu regenerasi dengan menanam benih sintetis pada media kultur hingga tumbuh menjadi tanaman sempurna.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari artikel ini menunjukkan bahwa pembentukan benih sintetis dari tunas *in vitro* pisang (*Musa sp.*) untuk penyimpanan jangka pendek merupakan strategi yang efektif dalam mempertahankan viabilitas dan kemampuan regenerasi eksplan. Teknik enkapsulasi dengan bahan seperti Na-alginat yang dikombinasikan dengan perlakuan pendukung, termasuk pengendalian pertumbuhan minimal melalui penambahan agen osmotik seperti sorbitol atau mannitol mampu memperlambat laju metabolisme dan menjaga kualitas tunas selama masa simpan. Pendekatan ini tidak hanya berpotensi mengatasi keterbatasan perbanyakan konvensional tetapi juga membuka peluang pengembangan sistem produksi bibit unggul yang lebih efisien, terstandar, dan berkelanjutan. Untuk penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada optimasi formulasi media dan kondisi penyimpanan yang mampu memperpanjang masa simpan tanpa menurunkan daya regenerasi, sehingga penerapan teknologi benih sintetis pisang dapat diintegrasikan secara luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, E. H., Mukhlis, S., & Sutrisno. (2020). Optimasi Pembuatan Biji Buatan Tanaman Stevia. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat*, 2020, 313–319.
- Damayanti, F., Suharsono, Widiastuti, U., & Mariska, I. (2019). Enkapsulasi kalus embriogenik tebu (*Saccharum officinarum* L.) dengan metode pertumbuhan minimal. *Seminar Nasional Tahunan Matematika, Sains, Dan Teknologi*, 173–177.
- El-Bahr, M., EL-Hamid, A. A., MA, M., Shaltout, A., Bekheet, S., & El-Ashry, A. (2016). *In vitro* conservation of embryogenic cultures of date palm using osmotic mediated growth agents. *J Genet Eng Biotechnol*, 14(2), 363–370.



- Indaryani, P. M. K., Ashari, S., & Mariana, B. D. (2019). Analisis Keragaman Genetik Tanaman Anggur (*Vitis vinifera* L .) Varietas BS 60 Hasil Perbanyakan Secara kultur Jaringan Dengan Marka ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) Analysis Genetic Diversity of Grape (*Vitis vinifera* L .) Varieties BS 60 From Tiss. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(11), 2100–2106.
- Muflikhati, Z., Pitoyo, A., & Solichatun. (2022). Pertumbuhan stek tunas mikro kentang (*Solanum tuberosum* L . ‘ Granola ’) pada media murashige dan skoog dengan penambahan ekstrak kecambah kacang hijau dan sukrosa. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Divisi Indonesia*, 8(1), 96–102. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m080113>
- Pardede, Y., Mursyanti, E., & Sidharta, B. R. (2021). Pengaruh Hormon terhadap Induksi Embrio Somatik Kacapiring (*Gardenia jasminoides*) dan Potensi Aplikasinya dalam Pembuatan Benih Sintetik. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 6(April), 162–177. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i3.4093>
- Piter, Z. B. Y. (2021). Metode Perbanyakan Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas* Poiret) Dengan Teknik Kultur Jaringan Atau Stek Planlet. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(3), 1037–1046.
- Prayoga, M. K. (2022). Pemanfaatan Kultur In vitro untuk Konservasi Plasma Nutfah Teh. *Jurnal Sains Teh Dan Kina*, 1(2), 12–18. <https://doi.org/10.22302/pptk.jur.jstk.v1i2.161>
- Prihatini, R., & Hadiati, S. (2019). Teknik Enkapsulasi Sederhana untuk Konservasi In vitro Jangka Menengah Tanaman Nenas (*Ananas comosus*) [Simple Encapsulation Technique for Medium Term Pineapple (*Ananas comosus*) In vitro Conservation]. *Jurnal Hortikultura*, 29(1), 1. <https://doi.org/10.21082/jhort.v29n1.2019.p1-8>
- Sabda, M., Hidayatun, N., & Dewi, N. (2024). Kestabilan karakter fenotipik plasma nutfah talas (*Colocasia esculenta*) pasca pemeliharaan pada media pertumbuhan minimal dalam kultur in vitro. *Vegetalika*, 13(1), 49–62. <https://doi.org/10.22146/veg.83669>
- Setyawati, U., Wijayani, A., & Wahyurini, E. (2019). Pertumbuhan planlet pisang raja bulu pada berbagai pencahayaan di ruang inkubasi dan penggunaan macam zat pencegah pencoklatan secara in vitro. *Agrivet*, 25, 8–15.
- Sulichantini, E. D., Nazari, A. P. D., & Nuanyah, A. (2024). Identifikasi Kontaminasi Kultur Jaringan Pisang Cavendish. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(2), 400. <https://doi.org/10.23960/jat.v12i2.6721>