

## INDUKSI TUNAS MIKRO PISANG KULTIVAR AMBON NANGKA (*Musa sp.*) SECARA *IN VITRO*

**Rendie Prasetyo<sup>1</sup>, Sugiyono<sup>2</sup>, Lucky Prayoga<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman

Email: rendie.prasetyo@gmail.com

<sup>2</sup>Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman

Email: gieks\_sugiyono@hotmail.com

<sup>3</sup>Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman

Email: luckyprayoga@gmail.com

### **Abstract**

*The research was carried out to determine the best concentration of kinetin and activated charcoal to stimulate the shoot growth of Ambon Nangka banana cultivar. This research used a Completely Randomised Design (CRD) arranged factorials. The first factor was the concentration of kinetin with 4 levels i.e. 15  $\mu\text{M}$ , 20  $\mu\text{M}$ , 25  $\mu\text{M}$  and 30  $\mu\text{M}$ . The second factor was the concentration of activated charcoal with 4 levels i.e. 0  $\text{gL}^{-1}$ ; 1  $\text{gL}^{-1}$ ; 2  $\text{gL}^{-1}$ ; and 3  $\text{gL}^{-1}$ . Each treatment combination was repeated 3 times, which resulted in 48 experimental units. The parameters measured were the shoot emergence time, number of shoots, shoot length, number of roots and root length. The data were analysed using an analysis of variance at 95% and 99% level of confidences. The research results showed that the interaction between kinetin and activated charcoal had no effect on shoot length of Ambon Nangka banana cultivar. It was also found that the addition of 20  $\mu\text{M}$  kinetin without any added activated charcoal resulted in the highest shoot number of Ambon Nangka banana cultivar.*

**Keywords:** Ambon Nangka, kinetin, activated charcoal.

### **1. PENDAHULUAN**

Pisang adalah salah satu tanaman budidaya penting untuk masyarakat yang hidup daerah tropis. Tanaman ini menjadi komoditi pertanian dunia nomor empat setelah beras, gandum dan susu. Permintaan komoditas pisang di dalam negeri akan terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, tingkat pendidikan, pendapatan, dan kesadaran akan pentingnya gizi masyarakat (Suyanti dan Supriyadi, 2008).

Produksi pisang di tahun-tahun terakhir dipengaruhi oleh adanya hama dan penyakit tanaman (HPT). Sehingga HPT ini menjadi salah satu masalah dalam pengembangan dan produksi pisang nasional. HPT yang biasa menyerang pisang antaranya adalah sigatoka hitam (*Mycosphaerella musiocola*), penyakit Panama (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) dan penyakit pucuk tandan (Balosi *et al.*, 2014; Soesanto dan Rahayuniati, 2009; Sumartini, 2012).

Penyediaan bibit pisang bermutu antaranya dapat dilakukan dengan aplikasi teknik kultur *in vitro*. Penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) dan komponen media tambahan ke dalam media kultur sering dilakukan dengan mempercepat multipikasi eksplan (Abidin, 1990). Sitokinin mampu meningkatkan pembelahan sel, pertumbuhan, dan diferensiasi sel. Sitokinin juga berperan dalam

proliferasi dan morfogenesis pucuk. Penambahan arang aktif tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mencegah terjadinya *browning*, karena arang aktif mempunyai sifat adsorpsi yang sangat kuat. Secara umum, pengaruh arang aktif adalah mengadsorpsi persenyawaan-persenyawaan toksik, seperti senyawa fenolik dari jaringan yang terluka waktu inisiasi, yang terdapat di dalam media dan dapat menghambat pertumbuhan kultur (Gunawan, 1992.).

Media MS yang ditambahkan kinetin dapat menginisiasi pembentukan tunas pisang *grade nine* dan pisang *cavendish* (Ali *et al.*, 2011; Vishnevetsky *et al.*, 2011). Subramanyam *et al.* (2011), menyatakan bahwa penggunaan media MS yang ditambah dengan kinetin dan arang aktif merupakan perlakuan terbaik untuk mutipikasi tunas pisang (*Musa sp.*) cv. Rasthali.

Penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang interaksi kinetin dan arang aktif terhadap pertumbuhan tunas dan pembentukan tunas mikro pisang (*Musa sp.*) kultivar Ambon Nangka. Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan dalam memperbanyak tanaman pisang (*Musa sp.*) kultivar Ambon Nangka melalui kultur *in vitro*.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur *In Vitro* Tumbuhan, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, dari Januari 2015 sampai dengan Oktober 2015.

### 2.1. Preparasi eksplan

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tunas pisang kultivar Ambon Nangka. Isolasi dilakukan dengan cara tunas dipotong dari pohon induknya. Tunas dipotong menjadi berukuran 2 cm x 2 cm. Eksplan kemudian direndam di dalam aquades. Setelah itu, eksplan dicuci menggunakan aquades steril yang ditambahkan tween 20 sampai bersih. Setelah itu eksplan di sterilisasi di dalam LAF. Eksplan disterilisasi menggunakan alkohol 70% selama 2 menit, dilanjutkan dengan HgCl 0,2% selama 5 menit sebanyak 2 kali. Kemudian eksplan dicuci menggunakan aquades steril selama 30 detik sebanyak 3 kali. Selanjutnya eksplan dipotong berukuran 1 cm x 1 cm. Eksplan kemudian ditumbuhkan pada media perlakuan.

### 2.2. Induksi tunas aksilar dan pembentukan plantlet

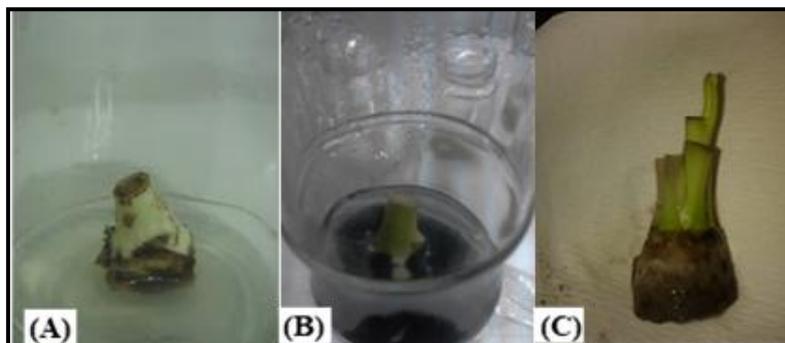
Media induksi tunas aksilar yang digunakan berupa media dasar MS dengan pematat *phytagel* dan sukrosa 20 gL<sup>-1</sup>, serta kinetin dan arang aktif sebagai perlakuan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan dasar acak lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi kinetin dengan 4 taraf yaitu 15 µM, 20 µM, 25 µM dan 30 µM. Faktor kedua adalah konsentrasi arang aktif dengan 4 taraf yaitu 0 gL<sup>-1</sup>; 1 gL<sup>-1</sup> 2 gL<sup>-1</sup> ;

dan 3 gL<sup>-1</sup>. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 48 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan secara visual menunjukkan bahwa eksplan yang diinokulasi pada media perlakuan mengalami perubahan warna. Warna eksplan mula-mula putih kemudian berubah menjadi hijau. Hal ini menunjukkan adanya pertumbuhan eksplan tunas pisang (Gambar 1). Tunas muncul selama 8 minggu setelah tanam. Hal ini menunjukkan terjadi variasi waktu kemunculan tunas. Muncul tunas tercepat terjadi pada perlakuan 15 µM kinetin dan 0 gL<sup>-1</sup> arang aktif yaitu 50 hari dengan ciri-ciri warna eksplan berwarna putih berubah menjadi hijau dan munculnya tunas tunas apikal atau tunas lateral. Munculnya tunas apikal bersamaan dengan lepasnya lapisan pelepah paling luar dan tunas akan tumbuh dari bagian tengah eksplan. Tunas yang terbentuk memiliki warna hijau.

Menurut Damayanti dan Sumurianto (2010), kemunculan tunas merupakan akumulasi dari tahapan yang harus dilalui oleh eksplan dalam pembentukan tunas. Eksplan yang dikultur terlebih dahulu akan beradaptasi pada media kultur, berproliferasi, dan berdiferensiasi membentuk tunas. Setiap eksplan memiliki respon tersendiri terhadap zat pengatur tumbuh eksogen yang ditambahkan ke dalam media. Kemunculan tunas pada eksplan dengan penambahan kinetin 30 µM dan arang aktif 0 gL<sup>-1</sup> berlangsung sangat lambat.



**Gambar 1.** Pertumbuhan eksplant : (A) Merupakan eksplant yang baru ditanam, (B) Eksplant mengalami pertumbuhan warna menjadi hijau, (C) Tumbuhnya tunas apical : (1) Tunas apical.

Pemberian kinetin pada media rata-rata dapat membentuk tunas 5-8 minggu setelah penanaman. Terbentuknya tunas ini ditandai dengan munculnya massa sel baru pada bagian eksplan. Tunas yang terbentuk berwarna kehijauan. Menurut Subramanyam et al. (2011), pemberian zat pengatur tumbuh dalam konsentrasi yang rendah atau terlalu tinggi, tidak mampu merangsang pembentukan tunas secara

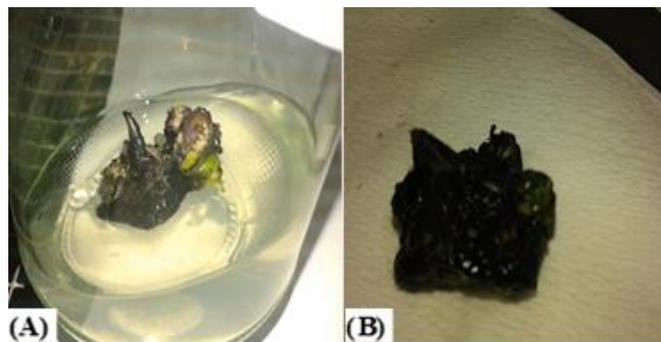
maksimal. Zat pengatur tumbuh pada konsentrasi tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sedangkan pemberian konsentrasi yang rendah tidak akan memacu pertumbuhan eksplan. Menurut Damasco et al. (1998), kinetin merupakan zat pengatur tumbuh yang mudah diserap dan ditranslokasikan serta berfungsi mempercepat perkembangan tunas. Namun demikian, pemberian zat pengatur tumbuh dalam

konsentrasi yang terlalu rendah atau tinggi, tidak mampu merangsang pembentukan tunas secara maksimal.

Perkembangan lebih lanjut dari eksplan menunjukkan bahwa eksplan yang berwarna kehijauan mengalami pembengkakan. Hal ini menandakan bahwa eksplan telah mengalami tahap pembelahan dan pembesaran sel. Kemudian dari eksplan muncul tunas yang menunjukkan eksplan tersebut mengalami diferensiasi sel. Menurut Vishnevetsky et al. (2011), diferensiasi sel adalah terbentuknya jaringan atau organ. Menurut Wattimena, (1988), pada proses diferensiasi tunas, sitokinin berpengaruh terhadap pembelahan sel, induksi pembentukan organ dan perkembangan selanjutnya. Pada proses ini, sitokinin berperan aktif dalam pemasakan nukleotida-nukleotida sintesis protein. Sintesis protein diperlukan untuk

pembelahan sel. Meningkatnya sintesis protein akan mendorong pembentukan dan pengembangan jaringan.

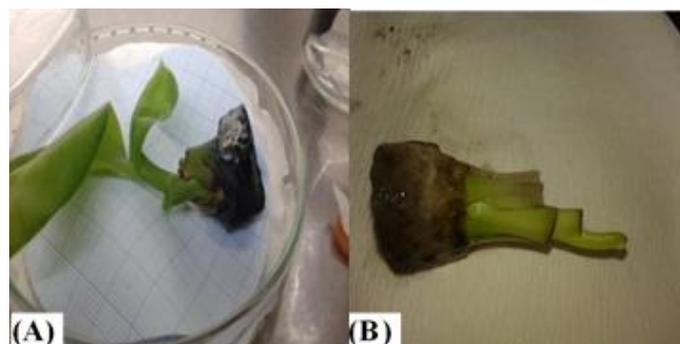
Hasil pengamatan pertumbuhan tunas lateral (Gambar 2) menunjukkan bahwa pada perlakuan kinetin 15  $\mu\text{M}$  dan 0  $\text{gL}^{-1}$  arang aktif menghasilkan tunas lateral paling banyak dengan jumlah 6 tunas, sedangkan pada perlakuan kinetin 30  $\mu\text{M}$  dan 0  $\text{gL}^{-1}$  menghasilkan 2 tunas lateral. Tunas terbentuk dari samping bonggol. Tunas lateral yang diperoleh memiliki ukuran kecil dan memiliki warna hijau. Pembentukan tunas lateral ini memakan waktu sangat lama dan diperlukan dua kali subkultur eksplan ke media baru. Hasil pengamatan ini mengindikasikan bahwa pisang kultivar Ambon Nangka memerlukan waktu induksi tunas lateral yang sangat lama dan membutuhkan subkultur berkala.



**Gambar 2.** (A) Tunas lateral pada perlakuan kinetin 20  $\mu\text{M}$  dan 0  $\text{gL}^{-1}$ , (B) Tunas lateral pada perlakuan kinetin 30  $\mu\text{M}$  dan 0  $\text{gL}^{-1}$ ; (1) Tunas lateral.

Kinetin yang digunakan tanpa penambahan arang aktif tidak kehilangan aktivitasnya untuk merangsang atau memacu sel atau jaringan eksplan. Semakin tinggi konsentrasi sitokinin yang ditambahkan ke dalam media kultur, maka pertumbuhan panjang masing-masing tunas apikalnya terhambat. Menurut Zulkarnain (2009), pembentukan tunas lateral dipengaruhi oleh pertumbuhan tunas apikal. Hal tersebut dipengaruhi oleh dominansi apikal.

Pengamatan tunas apikal (Gambar 3) menunjukkan bahwa pada perlakuan kinetin 15  $\mu\text{M}$  dan 1  $\text{gL}^{-1}$  arang aktif menghasilkan tunas sepanjang 25 mm. Kinetin 25  $\mu\text{M}$  dan 1  $\text{gL}^{-1}$  arang aktif yang menghasilkan tunas apikal sepanjang 13 mm. Kinetin 25  $\mu\text{M}$  dan 3  $\text{gL}^{-1}$  mampu menghasilkan panjang 7 mm tunas apikal. Warna tunas yang dihasilkan hijau, menandakan bahwa eksplan mengalami pertumbuhan yang dicirikan dengan penambahan panjang dan bertambahnya volume eksplan.



**Gambar 3.** (A) Perlakuan kinetin 15  $\mu\text{M}$  dan 1  $\text{gL}^{-1}$  menghasilkan tunas apikal tinggi, (B) Perlakuan kinetin 25  $\mu\text{M}$  dan 1  $\text{gL}^{-1}$  arang aktif menghasilkan tunas apikal pendek : (1) tunas apikal.

Menurut Wattimena (1987) sitokinin yang diberikan secara eksogen akan diserap oleh eksplan dan kemudian dialirkan melalui xylem ke tempat tunas aksilar sehingga tunas aksilar mengandung sitokinin lebih tinggi dan merangsang untuk membentuk tunas majemuk. Menurut Wareing dan Philips, (1981), sitokinin mampu merangsang pembelahan sel, menghambat pembentukan akar merangsang pertumbuhan dan pembentukan tunas dengan cara menurunkan dominansi apikal. Menurut Wijayanti, (2002). Kinetin yang ditambahkan pada media tumbuh mengakibatkan fase transkripsi dan translasi RNA berlangsung lebih cepat, yang selanjutnya akan memacu transisi dari tahap G2 ke M dalam siklus sel.

Faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi zat pengatur tumbuh eksogen dalam memacu pertumbuhan tunas adalah kemampuan jaringan menyerap dan menghantarkan zat pengatur tumbuh serta kemampuan zat pengatur tumbuh berinteraksi dengan zat pengatur tumbuh endogen. Kedua hal tersebut menentukan pembentukan dan perkembangan tunas. Menurut Gunawan, (1988), interaksi dan perimbangan zat pengatur tumbuh endogen dan eksogen menentukan perkembangan eksplan.

Pada penelitian ini tunas lateral yang sangat diharapkan tidak terbentuk pada seluruh perlakuan. Rendahnya persentase eksplan yang membentuk tunas mikro dan jumlah tunas mikro yang dihasilkan pada penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh konsentrasi Kinetin yang digunakan, kondisi fisiologi eksplan, dominansi apikal, dan periode kultur. Menurut Halperin, (1978), terdapat kemungkinan lain yang menyebabkan eksplan gagal berinisiasi yaitu sel-sel pada eksplan kurang responsif atau sel-sel pada eksplan tidak mampu berdiferensiasi karena kurangnya rangsangan induksi esensial seperti jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang kurang tepat.

Kondisi fisiologi pada saat pengambilan eksplan diduga sangat berpengaruh pada pertumbuhan tunas. Eksplan pada penelitian ini diambil pada puncak musim kemarau, sehingga diduga memiliki kandungan ABA yang tinggi sebagai respon tumbuhan terhadap stres air. Tingginya konsentrasi ABA endogen ini akan menghambat pembentukan dan pertumbuhan tunas mikro/lateral. Lebih lanjut, eksplan sword sucker yang digunakan pada penelitian ini ditanam dalam kondisi utuh/tidak dibelah. Sehingga tunas apikal akan menghasilkan auksin endogen yang tinggi dan akan menghambat pertumbuhan tunas lateral fenomena yang dikenal dengan dominansi apikal. Menurut Heddy (1989), dominansi apikal atau dominansi pucuk adalah fenomena tertekannya pertumbuhan tunas lateral oleh tunas apikal pada suatu cabang. Dominansi apikal

menghambat pertumbuhan tunas lateral. Selama masih ada tunas apikal, pertumbuhan tunas lateral akan terhambat (Müller et al., 2015; Tanaka et al., 2006).

Guna mengatasi tingginya konsentrasi ABA dan/atau terjadinya dominansi apikal diperlukan konsentrasi sitokinin yang sangat tinggi. Dominansi pucuk dapat dikurangi dengan memotong bagian pucuk tumbuhan yang akan mendorong pertumbuhan tunas lateral dan dengan penambahan sitokinin dalam jumlah besar. Diduga taraf sitokinin eksogen yang ditambahkan pada kultur ini belum mampu mematahkan pengaruh negatif ABA dan juga tidak mampu mematahkan dominansi apikal yang terjadi.

Menurut Schaller et al., (2014), aplikasi sitokinin dapat menghilangkan dominansi apikal dan merangsang pertumbuhan tunas lateral sehingga tunas menjadi lebih banyak. Lebih lanjut El-Showk et al., (2013), menyatakan bahwa pada peristiwa pematangan dominansi apikal sitokinin berpengaruh memacu diferensiasi berkas pengangkut pada primordial cabang, sehingga memfasilitasi transport air dan nutrisi dari batang ke primordium dan memacu pembentukan cabang lateral.

Perlakuan dengan konsentrasi kinetin tinggi dan arang aktif yang tinggi menunjukkan pertumbuhan tunas yang tidak optimal. Menurut Huang et al., (2001), arang aktif atau karbon dapat menyerap senyawa racun dalam media atau menyerap unsur penting lain yang ada di dalam media. Hal ini menyebabkan pertumbuhan tunas terhambat, karena senyawa esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan eksplan terikat dalam pori arang aktif sehingga menjadi tidak tersedia.

Hasil pengukuran panjang tunas/eksplan menunjukkan bahwa seluruh eksplan mengalami perpanjangan. Perpanjangan tunas disebabkan oleh beberapa hal, antara lain perpanjangan sel dan pembelahan sel. Keberhasilan dan kecepatan tumbuh eksplan dalam kultur in vitro sangat tergantung pada ketersediaan unsur-unsur hara mineral maupun zat pengatur tumbuh yang tersedia dalam kultur dengan konsentrasi tertentu. Kelengkapan media kultur dengan beberapa zat pengatur tumbuh berperan dalam mengatur permeabilitas dinding sel sehingga mempermudah keluar masuknya air yang mengandung unsur-unsur hara yang diperlukan untuk sintesis protein serta senyawa-senyawa organik lain yang diperlukan untuk pertumbuhan lebih lanjut dari eksplan (Rahardja, 1988).

Faktor internal antara lain faktor genetik eksplan dan faktor lingkungan. Menurut Edison et al., (2001), pisang Ambon Nangka termasuk ke dalam pisang

dengan genom AAB, yang diketahui memiliki kadar fenol tinggi. Damayantu dan Samurianto, (2010) menyatakan bahwa genom dapat menentukan pengeluaran senyawa fenol dari eksplan. Pengeluaran fenol yang tinggi dan kemudian teroksidasi akan menghambat pertumbuhan dan diferensiasi eksplan.

Penurunan kadar senyawa esensial dan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang disebabkan oleh arang aktif sangat mungkin terjadi. Hal tersebut terkait dengan sifat arang yang memiliki pori sangat besar dan dapat mengadsorpsi semua senyawa dalam media baik yang bersifat toksik maupun senyawa esensial yang dibutuhkan tumbuhan. Menurut Salisbury dan Ross, (1995), pengaruh arang aktif umumnya diarahkan pada salah satu dari tiga hal berikut: penyerapan senyawa-senyawa penghambat, penyerapan zat pengatur tumbuh, atau penggelapan warna media. Penghambatan pertumbuhan karena penambahan arang aktif umumnya terjadi karena arang aktif dapat menyerap dan mengikat nutrisi, zat pengatur tumbuh NAA, kinetin, BAP, dan IAA pada media. Menurut Widiastoeti et al. (2013), arang aktif dapat menyerap senyawa fenol yang keluar dari jaringan tanaman, selain menyerap bahan organik lain dalam media.

Pemberian arang aktif yang berlebih ke dalam media dapat meracuni media, sehingga menghambat pertumbuhan plantlet. Hal ini disebabkan oleh tar yang masih terdapat pada arang aktif. Tar adalah unsur yang dihasilkan dari proses karbonisasi kayu yang tidak sempurna. Tar bersifat toksik, karena mengandung senyawa fenol yang bila tercampur dengan air dapat menimbulkan reaksi asam (Hartoyo, 1988)

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan bahwa interaksi antara kinetin dan arang aktif tidak berpengaruh terhadap panjang tunas pisang (*Musa* sp.) kultivar Ambon Nangka. Perlakuan kinetin 20  $\mu$ M tanpa arang aktif menghasilkan jumlah tunas pisang (*Musa* sp.) kultivar Ambon Nangka paling banyak.

#### 5. REFERENSI

- Abidin, Z. (1990). *Dasar-dasar Pengetahuan tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Angkasa.
- Ali, A., Sajid, A., Naveed, N. H., Majid, A., Saleem, A., Khan, U. A., Jafery, F. I., dan Naz, S. (2011). Initiation, proliferation and development of micropropagation system for mass scale production of banana through meristem culture. *African Journal of Biotechnology*.  
<https://doi.org/10.5897/AJB11.2079>
- Balosi, F., Lakani, I., dan Panggeso, J. (2014). Pengendalian Hayati Terhadap Penyakit Darah Pada Tanaman Pisang Secara in-Vitro. *E-J. Agrotekbis*.
- Damasco, O. P., Adkins, S. W., Godwin, I. D., dan Smith, M. K. (1998). Use of a SCAR-based marker for the early detection of dwarf off-types in micropropagated Cavendish bananas. *Acta Horticulturae*.  
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.461.15>
- Damayantu, F., dan Samurianto. (2010). Konservasi In Vitro plasma nutfah pisang untuk aplikasi di bank gen. *Bioprodpek*, 7(11), 86–91.
- Edison, H. S., Susanto, A., Hermanto, C., dan Harahap, D. (2001). *Karakterisasi beberapa sifat genotype plasma nutfah pisang*. *Buletin Plasma Nutfah*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- El-Showk, S., Ruonala, R., dan Helariutta, Y. (2013). Crossing paths: Cytokinin signalling and crosstalk. In *Development (Cambridge)*.  
<https://doi.org/10.1242/dev.086371>
- Gunawan, L. W. (1992). *Teknik Kultur Jaringan*. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Pusat Bioteknologi.
- Halperin, W. (1978). Alternative morphogenic events in cells suspensions. *American Journal Bot*, 53, 443–453.
- Hartoyo. (1988). Classification of charcoal in fluidized bed for manufacturing active carbon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 5(1), 17–22.
- Heddy, S. (1989). *Hormon Tumbuhan*. CV Rajawali.
- Huang, X., Huang, X. L., Wang, H. H., dan Li, X. J. (2001). Studies on the plant regeneration from the micro-cross sections of banana. *Acta Horticulturae*, 28, 19–24.
- Müller, D., Waldie, T., Miyawaki, K., To, J. P. C., Melnyk, C. W., Kieber, J. J., Kakimoto, T., dan Leyser, O. (2015). Cytokinin is required for escape but not release from auxin mediated apical dominance. *Plant Journal*.  
<https://doi.org/10.1111/tpj.12862>
- Rahardja, P. C. (1988). *Kultur Jaringan. Teknik Perbanyakan Tanaman Secara Modern*. Penebar Swadaya.

- Salisbury, F. B., dan Ross, C. W. (1995). *Fisiologi Tumbuhan*. ITB. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2006.02656.x>
- Schaller, G. E., Street, I. H., dan Kieber, J. J. (2014). Cytokinin and the cell cycle. *Current Opinion in Plant Biology*, 21, 7–15. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2014.05.015>
- Soesanto, L., dan Rahayuniati, R. F. (2009). Pengimbasan Ketahanan Pisang terhadap Layu Fusarium dengan Jamur Antagonis. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. <https://doi.org/10.23960/J.HPTT.29130-140>
- Subramanyam, K., Subramanyam, K., Sailaja, K. V., Srinivasulu, M., dan Lakshmidivi, K. (2011). Highly efficient Agrobacterium-mediated transformation of banana cv. Rasthali (AAB) via sonication and vacuum infiltration. *Plant Cell Reports*. <https://doi.org/10.1007/s00299-010-0996-4>
- Sumartini. (2012). Penyakit tular tanah (*Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani*) pada tanamn kacang-kacangan dan umbi-umbian serta cara pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*.
- Suyanti, S., dan Supriyadi, A. (2008). Pisang Budidaya, Pengolahan dan prospek Pasar. *Jurnal Hasil Penelitian Program Study Keteknikan Pertanian*.
- Tanaka, M., Takei, K., Kojima, M., Sakakibara, H., dan Mori, H. (2006). Auxin controls local cytokinin biosynthesis in the nodal stem in apical dominance. *Plant Journal*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2006.02656.x>
- Vishnevetsky, J., White, T. L., Palmateer, A. J., Flaishman, M., Cohen, Y., Elad, Y., Velcheva, M., Hanania, U., Sahar, N., Dgani, O., dan Perl, A. (2011). Improved tolerance toward fungal diseases in transgenic Cavendish banana (*Musa* spp. AAA group) cv. Grand Nain. *Transgenic Research*. <https://doi.org/10.1007/s11248-010-9392-7>
- Wareing, P. F., dan Philips, I. D. J. (1981). *The Control of Growth and Differentiation in Plants*. Pergamon Press.
- Wattimena, G. A. (1988). *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Pusat Antar Universitas Pertanian Bogor.
- Widiastoeti, D., Santi, A., dan Solvia, N. (2013). Pengaruh Myoinositol dan Arang Aktif terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek *Dendrobium* dalam Kultur In Vitro. *Jurnal Hortikultura*. <https://doi.org/10.21082/jhort.v22n3.2012.p205-209>
- Wijayanti, A. (2002). Pengaruh Bahan Eksplan Terhadap Pertumbuhan Melati (*Jasminum sambac* Ait) secara In vitro. *Agrivet*, 6(1), 13–22.
- Zulkarnain. (2009). *Kultur Jaringan Tanaman, Solusi Perbanyak Tanaman Budi Daya*. Bumi Aksara.