

## Induksi Tunas dan Perakaran Bambu Kuning *Bambusa vulgaris* secara *in vitro*

PUJI ASTUTI

Pusat Laboratorium Terpadu, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah  
Jl. Ir. H. Juanda No. 95 Ciputat, Jakarta 15412  
email: pujiastuti2303@gmail.com

### ABSTRACT

An experiment to induction shoots and rooting of the shoot of yellow bamboo *Bambusa vulgaris* have been carried out. Single nodal segments with axillary buds were the starting material. After sterilization, nodal segments were directly inoculated on modified Murashige & Skoog (MS) medium, supplemented with cytokinin Benzylaminopurine (BAP) with various concentration (0,0 ppm, 0,5 ppm, 1,0 ppm and 2,0 ppm) and auxin Indole butyric acid (IBA) with various concentration (0,0 ppm, 2,5 ppm, and 5,0 ppm). The results of the experiment showed the combination BAP 1,0 ppm and IBA 2,5 ppm has effectively induced shoot multiplication. Meanwhile, the used BAP 2,0 ppm and IBA 2,5 ppm resulted in the best shoot elongation. On the other hand, rooting of the shoots *in vitro* have not been successful yet.

Keywords: BAP, IBA, induction shoots and rooting, *in vitro*, yellow bamboo

### PENDAHULUAN

Bambu merupakan hasil hutan bukan kayu yang telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat. Tanaman bambu dapat tumbuh di daerah iklim basah sampai kering. Bambu dapat dimanfaatkan oleh manusia dari akar sampai daun (Departemen Kehutanan dan Perkebunan, 1999). Bambu kuning (*Bambusa vulgaris*) termasuk dalam genus *Bambusa*, merupakan spesies yang penting secara global. Perkembangan industri dan kemajuan teknologi menyebabkan peningkatan permintaan bambu untuk berbagai keperluan, misalnya untuk pemulihan tanah, perlindungan lingkungan ekosistem, bahan bangunan, alat-alat pertanian, alat-alat rumah tangga, kerajinan tangan, dan untuk pembuatan kertas (Garcia-Ramirez *dkk.*, 2014). Bambu kuning merupakan salah satu spesies bambu yang banyak digunakan untuk bahan baku industri dan rumah tangga karena dinding batangnya tebal, seratnya yang panjang, dan bentuknya yang indah.

Permintaan bahan baku bambu kuning tersebut mengakibatkan penebangan tegakan bambu semakin meningkat pula. Namun, penebangan tegakan bambu tidak seimbang dengan penanaman bambu kuning. Masyarakat enggan menanam bambu karena bambu masih identik dengan kemiskinan. Apabila tidak ada tindakan penanggulangan kelangkaan tegakan

bambu, dikhawatirkan Indonesia akan mengalami ketergantungan kepada luar negeri dalam hal penyediaan bambu (Purbaningsih, 2001). Kendala lain yang menghambat usaha penanaman bambu adalah ketersediaan bibit atau cara perbanyakan. Pengadaan bibit yang berkualitas dan seragam diperlukan untuk penanaman bambu dalam skala besar atau industri. Perbanyakan bambu secara vegetatif yang telah diusahakan, seperti stek batang, stek cabang, dan stek rimpang, tetapi metode tersebut belum berhasil optimal untuk penyediaan bibit bambu dengan jumlah yang banyak, seragam dan waktu yang relatif singkat serta tidak terkendala musim dan cuaca. Oleh karena itu diperlukan metode kultur jaringan untuk budidaya bambu kuning.

Metode yang berbeda dari propagasi dapat digunakan untuk membantu dalam pengembangan perkebunan bambu kuning. Kultur *in vitro* adalah metode yang paling mungkin dilakukan secara komersial untuk menghasilkan tanaman bambu yang seragam pada skala besar dan dalam waktu relatif singkat (Garcia-Ramirez *dkk.*, 2014). Melalui metode kultur *in vitro* pula sifat keturunan bambu kuning yang diperoleh akan sama persis seperti induknya.

Bahan kultur *in vitro* merupakan suatu sel atau irisan jaringan tanaman bambu yang disebut

eksplan. Eksplan diletakkan dan dipelihara dalam medium padat dalam keadaan steril. Penggunaan medium harus sesuai atau cocok pada eksplan yang digunakan agar eksplan dapat berkembang dengan baik dalam pembentukan tunas dan akar. Pada medium yang digunakan terdapat zat pengatur tumbuh yang mempengaruhi percepatan tumbuh eksplan.

Zat pengatur tumbuh berpengaruh dalam kultur jaringan. Umumnya zat pengatur tumbuh atau hormon tumbuh menggunakan kelompok hormon sitokinin dan auksin. Zat pengatur tumbuh yang berfungsi untuk pertumbuhan tanaman maupun pembentukan anakan serta perpanjangan akar tergolong kedalam kelompok auksin, diantaranya *indole butyric acid* (IBA). Sedangkan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam menstimulasi pembelahan sel, menginduksi pembentukan tunas dan poliferasi tunas aksiler termasuk golongan sitokinin, contohnya *benzylaminopurine* (BAP). Ali dkk. (2007) menyatakan bahwa konsentrasi hormon pertumbuhan pada medium kultur jaringan sangat berperan dalam morfogenesis. Skoog and Miller (1957) dalam Ali (2007) menyatakan keseimbangan antara sitokinin dan auksin mengatur pertumbuhan bentuk tunas dan akar pada kultur jaringan. Beberapa penelitian kultur jaringan telah dilakukan pada bambu kuning (Ndiaye, 2006; Garcia-Ramirez, 2014). Namun, sejauh ini belum diperoleh metode yang tepat untuk perbanyak bambu kuning secara *in vitro*. Secara umum, penelitian tersebut melaporkan penggunaan medium Murashige dan Skoog (MS) dan zat pengatur tumbuh IBA dan BAP dapat menginduksi pertunasan dan perakaran pada eksplan bambu kuning. Penelitian Ndiaye dkk. (2006) menggunakan zat pengatur tumbuh IBA dalam Medium Murashige and Skoog (MS) untuk menumbuhkan akar pada eksplan bambu kuning. Demikian pula penelitian Purbaningsih (2001) mengenai eksplan bambu apus yang menggunakan IBA dalam medium MS. Penelitian Garcia-Ramirez (2014) menggunakan zat pengatur tumbuh BAP dalam medium MS dan menghasilkan pertunasan pada eksplan bambu kuning. Dalam penelitian ini akan dikombinasikan penggunaan IBA dan BAP dalam medium MS seperti yang telah dilakukan

Ndiaye dkk. (2006), namun hasil yang diperoleh belum optimal sehingga perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan macam-macam konsentrasi IBA dan BAP. Permasalahan yang dihadapi adalah berapakah kombinasi konsentrasi BAP dan IBA yang efektif dalam induksi tunas dan perakaran eksplan bambu kuning. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi BAP dan IBA yang efektif dalam induksi pertunasan dan perakaran eksplan pada kultur *in vitro* bambu kuning. Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dengan mendapatkan konsentrasi BAP dan IBA yang efektif untuk menginduksi pertunasan dan perakaran eksplan bambu kuning sehingga teknik kultur *in vitro* dapat digunakan sebagai acuan untuk teknik budidaya bambu kuning. Perbanyak bambu kuning dengan melalui kultur *in vitro* diharapkan dapat meningkatkan perbanyak bambu kuning dalam waktu yang relatif singkat, sehingga pengelolaan tanaman bambu lebih baik lagi dan menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya. serta sebagai referensi untuk pengembangan teknologi pembibitan bambu kuning secara vegetatif dengan kultur jaringan.

## METODE

**Rancangan Penelitian.** Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Faktorial dengan 2 faktor, yaitu 1) Sitokinin BAP terdiri atas 4 taraf (0,0 ppm, 0,5 ppm, 1,0 ppm, dan 2,0 ppm) dan 2) Auksin IBA terdiri atas 3 taraf (0,0 ppm, 2,5 ppm, dan 5,0 ppm), sehingga penelitian ini mempunyai 12 kombinasi perlakuan dengan 8 kali ulangan.

**Sterilisasi alat dan ruang kultur.** Ruang kultur dibersihkan dan disterilisasi selama 24 jam dengan menggunakan formalin. Alat-alat yang akan digunakan untuk pembuatan larutan stok media seperti gelas piala, erlenmeyer, dan labu ukur, dicuci dengan menggunakan deterjen dan dibilas dengan akuades steril. Hal yang sama juga dilakukan terhadap botol kultur, cawan petri dan alat-alat tanam. Alat-alat tersebut disterilisasi dengan menggunakan autoklaf pada tekanan 1 atm dan temperatur 121<sup>0</sup> C selama 15 menit.

**Pembuatan media.** Pembuatan media dilakukan dengan mengencerkan larutan stok

nutrisi dan vitamin sesuai dengan perlakuan. Media ditetapkan pH nya menjadi 5.8. Selanjutnya media dimasak dengan menggunakan hot plate dan diaduk dengan magnetik stirer sampai larutan terlihat jernih. Setelah itu media dituang dalam tabung reaksi sebanyak 5 ml kemudian disterilisasi pada tekanan 1 atm dan temperatur 121<sup>0</sup> C selama 15 menit.

**Sterilisasi eksplan.** Sterilisasi di luar Laminar Air Flow (LAF): ranting dipotong dengan menyisakan satu nodus per potong eksplan daerah sekitar ruas dikerik kecuali mata tunas. Eksplan kemudian dicelup ke dalam alkohol, diangkat dan dilap dengan kapas (kapas dibasahi dengan alkohol), kemudian diletakan dalam botol bersih. Sterilisasi di dalam LAF: Eksplan direndam dalam larutan HgCL<sub>2</sub> 0,01% 10 menit + akuades steril 5 menit + Bayclin 20% 7 menit + air steril 5 menit + Bayclin 10% 7 menit + air steril 5 menit + Bayclin 5% 7 menit + air steril 5 menit Antibiotik Chloramphenicol 500 mg/100ml 7 menit + air steril 5 menit. Pada setiap tahapan sterilisasi ditambahkan 2 tetes tween 20.

**Penanaman eksplan.** Penanaman eksplan dilakukan di dalam laminar air flow cabinet. Tabung reaksi yang telah berisi media tanpa zat pengatur tumbuh, lampu spiritus, serta alat-alat tanam lainnya disemprot dahulu dengan menggunakan alkohol 70%. Eksplan ditanam dalam tabung reaksi berisi media, pada setiap botol ditanam 1 tunas yang dengan menggunakan pisau, pinset dan cawan petri. Kemudian botol ditutup dengan menggunakan tutup plastik dan dibalut dengan *wrapping plastic*.

**Pemeliharaan eksplan.** Pemeliharaan dilakukan terhadap ruang kultur dengan menjaga kebersihan dan suhu ruangan. Tabung kultur disemprot dengan alkohol 70% setiap hari dan plantlet serta media yang terkontaminasi segera di keluarkan dari ruangan agar tidak pindah kepada yang lain.

**Pengamatan.** Variabel yang diamati pada semua kultur meliputi: waktu muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, dan jumlah akar. Waktu pengamatan dilakukan selama 60 hari setelah penanaman.

## HASIL

Tabel 1. Rerata waktu kemunculan tunas setelah diinkubasi pada media MS yang diperkaya ZPT (BAP dan IBA)

No	Perlakuan (ppm)	Waktu kemunculan tunas (HST)
1	BAP 0,0 + IBA 0,0	36,0
2	BAP 0,0 + IBA 2,5	40,0
3	BAP 0,0 + IBA 5,0	33,0
4	BAP 0,5 + IBA 0,0	30,0
5	BAP 0,5 + IBA 2,5	28,5
6	BAP 0,5 + IBA 5,0	32,0
7	BAP 1,0 + IBA 0,0	43,5
8	BAP 1,0 + IBA 2,5	28,5
9	BAP 1,0 + IBA 5,0	32,0
10	BAP 2,0 + IBA 0,0	45,0
11	BAP 2,0 + IBA 2,5	33,0
12	BAP 2,0 + IBA 5,0	34,5

Keterangan: HST: hari setelah tanam

Tabel 2. Rerata jumlah tunas setelah diinkubasi pada media MS yang diperkaya ZPT (BAP dan IBA)

No	Perlakuan (ppm)	Jumlah tunas
1	BAP 0,0 + IBA 0,0	1,25 ± 0,50
2	BAP 0,0 + IBA 2,5	1,50 ± 0,71
3	BAP 0,0 + IBA 5,0	1,33 ± 0,58
4	BAP 0,5 + IBA 0,0	1,33 ± 0,58
5	BAP 0,5 + IBA 2,5	1,50 ± 0,58
6	BAP 0,5 + IBA 5,0	1,50 ± 0,58
7	BAP 1,0 + IBA 0,0	1,25 ± 0,50
8	BAP 1,0 + IBA 2,5	1,67 ± 0,58

9	BAP 1,0 + IBA 5,0	1,60 ± 0,55
10	BAP 2,0 + IBA 0,0	1,50 ± 0,00
11	BAP 2,0 + IBA 2,5	1,50 ± 0,58
12	BAP 2,0 + IBA 5,0	1,50 ± 0,71

Keterangan : Angka merupakan rerata dan standar deviasi dari 8 ulangan

Tabel 3. Rerata tinggi tunas setelah diinkubasi pada media MS yang diperkaya ZPT (BAP dan IBA)

No	Perlakuan (ppm)	Tinggi tunas (mm)
1	BAP 0,0 + IBA 0,0	10,75 ± 1,50
2	BAP 0,0 + IBA 2,5	12,50 ± 3,54
3	BAP 0,0 + IBA 5,0	12,67 ± 2,52
4	BAP 0,5 + IBA 0,0	10,67 ± 1,15
5	BAP 0,5 + IBA 2,5	12,00 ± 2,45
6	BAP 0,5 + IBA 5,0	13,00 ± 2,45
7	BAP 1,0 + IBA 0,0	11,75 ± 2,36
8	BAP 1,0 + IBA 2,5	13,33 ± 2,88
9	BAP 1,0 + IBA 5,0	10,40 ± 0,89
10	BAP 2,0 + IBA 0,0	11,00 ± 1,41
11	BAP 2,0 + IBA 2,5	13,75 ± 1,50
12	BAP 2,0 + IBA 5,0	11,00 ± 1,41

Keterangan : Angka merupakan rerata dan standar deviasi dari 8 ulangan

## PEMBAHASAN

**Waktu kemunculan tunas.** Waktu kemunculan tunas merupakan salah satu faktor penting di dalam perbanyakan tanaman dengan metode kultur jaringan. Semakin cepat muncul tunas maka semakin cepat dihasilkan bahan untuk perbanyakan tanaman. Tunas yang terbentuk merupakan hasil diferensiasi dari eksplan. Rata-rata saat muncul tunas eksplan tanaman pada bambu kuning *Bambusa vulgaris* dalam media MS yang diperkaya berbagai konsentrasi sitokinin BAP dan auksin IBA disajikan pada tabel 1. Waktu kemunculan tunas yang paling cepat terdapat dalam media MS yang diberi konsentrasi BAP 0,5 ppm dan 1,0 ppm yaitu 28,5 HST. Diduga sitokinin endogen yang terdapat pada eksplan telah mampu mendorong pembentukan tunas, sehingga hanya membutuhkan sitokinin yang tidak terlalu tinggi, hal ini berkaitan juga dengan keseimbangan antara auksin dengan sitokinin yang terkandung pada eksplan. Sedangkan untuk media yang paling lambat kemunculan tunasnya yaitu pada konsentrasi BAP 2 ppm. BAP merupakan salah satu zat pengatur tumbuh yang banyak digunakan untuk memacu pembentukan tunas dengan daya aktivitas yang kuat, mendorong proses pembelahan sel (George dan Sherrington, 1984). Bila dilihat

dari konsentrasi BAP, diduga pemberian BAP 2 ppm terlalu tinggi bagi eksplan, hal ini kemungkinan telah adanya sitokinin endogen pada eksplan tanaman dan kandungannya sudah cukup untuk memacu pembentukan tunas, sehingga tidak memerlukan zat pengatur tumbuh dengan taraf konsentrasi yang lebih tinggi. Keadaan tersebut sesuai dengan yang diungkapkan oleh George dan Sherrington (1984) bahwa sitokinin alami yang terkandung di dalam tubuh eksplan dapat merangsang eksplan untuk membentuk tunas. Selain itu dimungkinkan juga karena perbandingan antara auksin dengan sitokinin yang rendah, yakni sitokinin lebih tinggi daripada auksin, sehingga terjadi ketidakseimbangan pada eksplan dan menyebabkan pembentukan tunas menjadi terhambat.

**Jumlah Tunas.** Dalam penelitian ini, jumlah tunas diamati pada akhir penelitian yaitu 60 HST. Dalam kultur jaringan jumlah tunas dapat diindikasikan sebagai keberhasilan dalam multiplikasi. Semakin banyak tunas yang terbentuk maka semakin tinggi tingkat multiplikasinya. Rata-rata jumlah tunas eksplan tanaman bambu kuning *Bambusa vulgaris* pada berbagai konsentrasi sitokinin BAP dan auksin IBA disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah tunas yang paling banyak diperoleh pada media yang ditambahkan BAP 1,0 ppm dan IBA 2,5 ppm yaitu sebesar  $1,67 \pm 0,58$ . Sesuai dengan penelitian Basri (2008) pada tanaman krisan bahwa pembentukan tunas yang paling banyak pada media MS yang ditambahkan sitokinin BAP dengan konsentrasi 1,0-1,5 ppm dan auksin IBA 0,25-1,5 ppm. Namun, menurut Purbaningsih (2001) media yang hanya mengandung sitokinin saja sudah dapat mendukung pertumbuhan tunas bambu sebanyak 17,6%. Meskipun demikian penambahan auksin menunjukkan hasil yang lebih baik untuk pertumbuhan tunas bambu. Tunas bambu kuning yang muncul masih berkisar 1- 2 tunas, menurut Islam & Rahman (2005), nodus tunggal bambu kuning *Bambusa vulgaris* dapat induksi pertunasannya menjadi 3-13 tunas dalam media MS yang diperkaya sitokinin BAP 1 ppm.

Berdasarkan hasil tersebut, maka jelas bahwa pada komposisi media tersebut diperoleh suatu jumlah dan keseimbangan yang sesuai antara zat pengatur tumbuh (IBA dan BAP) yang ditambahkan ke media dan fitohormon yang dihasilkan dalam tanaman sehingga diperoleh pertumbuhan tunas yang lebih baik. Basri (2008) menjelaskan bahwa respons (pertumbuhan maupun tingkat multiplikasi) suatu eksplan dalam kultur jaringan sangat ditentukan oleh status fitohormon yang terdapat pada eksplan tersebut. Hasil dari penelitian ini juga dengan jelas menunjukkan bahwa komposisi media (kombinasi auksin dan sitokinin) sangat mempengaruhi induksi pertunas.

**Tinggi Tunas.** Tabel 3 memperlihatkan nilai tinggi tunas terbesar terdapat pada media MS yang diberi perlakuan sitokinin BAP 2 ppm dan auksin IBA 2,5 ppm. Wattimena (1992) menyatakan bahwa zat pengatur tumbuh umumnya digunakan secara kombinasi dan morfogenesis dari eksplan selalu tergantung dari interaksi antara auksin dan sitokinin yang seimbang. Menurut Gunawan (1992), salah satu fungsi auksin (IBA) adalah dapat memperpanjang sel-sel tanaman. Auksin berperan sebagai pengembangan sel (perpanjangan sel).

Pada konsentrasi auksin tertentu dapat menaikkan tekanan osmotik, peningkatan permeabilitas sel terhadap air, pengurangan tekanan pada dinding sel, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan plastisitas dan pengembangan dinding sel. Dalam hal ini peranan auksin adalah mendorong perpanjangan sel dengan cara mempengaruhi metabolisme dinding sel. Efeknya adalah banyak bahan dinding sel primer yang dihasilkan dan didepositkan pada ke dua ujung sel, kemudian struktural sel diregangkan sehingga dimungkinkan deposit dinding sel yang lebih banyak. Meskipun pada BAP dengan konsentrasi 2 ppm pada saat muncul tunas paling lambat namun untuk pertumbuhan tunas konsentrasi 2 ppm memiliki rata-rata panjang tunas tertinggi. Hal ini diduga pertumbuhan tanaman yang pada awalnya cepat kemudian melambat demikian pun sebaliknya, awalnya lambat kemudian berlangsung cepat.

**Jumlah Akar.** Dari hasil pengamatan terlihat bahwa kombinasi zat pengatur tumbuh sitokinin BAP dan auksin IBA pada eksplan bambu kuning *Bambusa vulgaris* belum dapat menginduksi pembentukan akar. Hal ini diduga karena belum tepatnya konsentrasi antara kedua jenis zat pengatur tumbuh yang digunakan untuk pembentukan akar.

Menurut Anand dkk. (2013), untuk lebih efektif menginduksi perakaran, eksplan yang digunakan harus dalam kluster atau kelompok, jika masih nodus tunggal maka akar akan sulit tumbuh. Islam & Rahman (2005) menyatakan untuk menginduksi perakaran bambu, auksin NAA lebih efektif dibandingkan dengan auksin IBA.

## KESIMPULAN

Kombinasi BAP 1,0 ppm dan IBA 2,5 ppm 0,1 memberikan hasil yang lebih baik dalam kecepatan munculnya tunas dan jumlah tunas bambu kuning *Bambusa vulgaris*. Penambahan BAP 2,0 ppm dan IBA 2,5 ppm memberikan hasil tinggi tunas bambu kuning sebesar  $13,75 \pm 1,50$  mm. Penambahan zat pengatur tumbuh sitokinin BAP dan auksin IBA belum dapat menginduksi perakaran eksplan bambu kuning.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Pusat penelitian dan Pengembangan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UIN Syarif Hidayatullah Jakarta yang telah mendanai penelitian ini melalui Dana Hibah Penelitian UIN Jakarta tahun 2014.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ali G, Hadi F, Ali Z, Tariq M, Khan MA. 2007. Callus Induction and in vitro Complete Plant Regeneration of Different Cultivars of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) on Media of Different Hormonal Concentration. *Biotechnology*. vol 6(4): 561-566.
- Anand MJ, Brar, Sood A. 2013. In vitro Propagation of An Edible Bamboo *Bambusa bambos* and Assessment of Clonal Fidelity through Molecular Markers. *Journal of Medical and Bioengineering*. vol 2 (4): 257—261.
- Basri Z. 2008. Multiplikasi empat varietas krisan melalui teknik kultur jaringan. *J. Agroland*. vol 15 (4): 271-277.
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan. 1999. Panduan Kehutanan Indonesia. Jakarta: Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- Garcia-Ramirez Y, Gonzales MG, Mendoza EQ, Seijo MF, Cardenas MLO, Bermudez LJM, Ribalta OH. Effect of BA treatments on morphology and physiology of proliferated shoots of *Bambusa vulgaris* Schrad. Ex Wendl in temporary immersion. *American Journal of Plant Sciences*. vol 5: 205-211.
- George EF and Sherrington PD. 1984. Plant Propagation by Tissue Culture Handbook and Directory of Commercial Laboratories. Inggris: Exegetics Limited.
- Gunawan LW. 1992. Teknik Kultur Jaringan. Bandung: Laboratorium Kultur Jaringan PAU Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Islam SAMN and Rahman MM. 2005. Micro-Cloning in Commercially Important Six Bamboo Species for Mass Propagation and at a Large-Scale Cultivation. *Plant Tissue Cult. & Biotech*. vol 15 (2): 103—111.
- Ndiaye A, Diallo MS, Niang D, Gassama-Dia YK. 2006. In vitro regeneration of adult trees of *Bambusa vulgaris*. *African journal of Biotechnology*. vol 5 (13): 1245-1248.
- Purbaningsih S. 2001. Kultur in vitro bambu Apus (*Gigantochloa apus* Kurz.): Induksi tunas dan pengakaran. [Laporan Penelitian]. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Wattimena GA. 1992. Sitokinin, Bioteknologi Tanaman. Bandung: Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor.