

## RESPON EKSPLAN SETENGAH BIJI KEDELAI VARIETAS TAHAN TANAH KERING MASAM TERHADAP HIGROMISIN SECARA *IN VITRO*

D Rizania ✉ YU Anggraito, L Herlina

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Diterima Agustus 2015  
Disetujui September 2015  
Dipublikasikan Oktober 2015

#### Keywords:

kedelai var. tahan tanah kering masam, Higromisin, Secara *in vitro*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon dan konsentrasi optimal higromisin terhadap pertumbuhan eksplan kedelai varietas tahan tanah kering masam. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah varietas kedelai (var. Ijen, var. Sinabung, var. Argomulyo, var. Anjasmoro, var. Burangrang), faktor kedua adalah konsentrasi higromisin (0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l). Data dianalisis dengan Anava dua jalan, bila signifikan dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan DMRT (Duncan's Multiple Range Test). Hasil penelitian menunjukkan varietas kedelai dan konsentrasi higromisin berpengaruh sangat signifikan pada jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas. Interaksi dari varietas kedelai dan konsentrasi higromisin tersebut juga berpengaruh signifikan pada semua parameter. Konsentrasi optimal higromisin yang diperlukan untuk menyeleksi eksplan kedelai varietas tahan tanah kering masam pada parameter jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas yaitu pada konsentrasi 15 mg/l.

### Abstract

*This research aims to determine the response and optimal concentration of hygromycin on the growth of dry acid soil resistant soybean variety explant. This research was used a completely randomized design factorial consisting of two factors. The first factor was soybean variety (var. Ijen, var. Sinabung, var. Argomulyo, var. Anjasmoro, var. Burangrang), the second factor is the concentration of hygromycin (0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l). Data were analyzed by using two-way ANOVA, followed by significant when using DMRT further test (Duncan's Multiple Range Test). The results showed soybean variety and concentration of hygromycin significantly effect on the number of live explants, number of shoots, and the emerging shoots. The interaction of soybean varieties and the hygromycin concentration was also a significant effect on all parameters. Optimal concentration of hygromycin required for selection of dry acid soil resistant soybean variety explant on the parameter number living explants, number of shoots, and the emerging shoots was 15 mg/l.*

© 2015 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lantai 1, Kampus Unnes Sekaran,  
Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: aisyahthaf@rocketmail.com

ISSN 0215-9945

## PENDAHULUAN

Kebutuhan pangan selalu meningkat sesuai dengan bertambahnya penduduk. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, usaha peningkatan produksi pangan menjadi prioritas utama dalam pembangunan pertanian. Kedelai adalah salah satu komoditas pangan utama setelah padi dan jagung (Zakaria 2010). Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kesejahteraan masyarakat, beragamnya penggunaan kedelai terutama sebagai bahan baku makanan terus meningkat dari tahun ke tahun. Produksi kedelai sebesar 847,16 ribu ton, sementara kebutuhannya sekitar 1,96 juta ton (BPS 2013).

Secara nasional, lahan rawa dan lahan kering sangat luas. Dari total lahan sebanyak 58 juta hektar hanya sekitar 18% lahan pertanian Indonesia yang tergolong subur (Barus 2013). Semakin menyempitnya lahan pertanian subur karena banyak digunakan untuk pemukiman, perkantoran, maupun fasilitas umum lainnya perlu adanya usaha peningkatan produksi pangan, antara lain dengan memanfaatkan lahan kering masam.

Upaya pemanfaatan lahan kering masam umumnya kurang efektif untuk tanaman pangan karena tingkat kesuburannya rendah (Trustinah *et al.* 2009). Salah satu cara yang efektif adalah mengembangkan varietas toleran tanah kering masam. Pemerintah telah berupaya meningkatkan produksi kedelai melalui perluasan areal tanam dan peningkatan produktivitas dengan penerapan teknologi tepat guna, diantaranya varietas unggul berpotensi hasil tinggi (Balitkabi 2008).

Perakitan tanaman kedelai dengan varietas unggul dapat dilakukan menggunakan teknik kultur jaringan atau kultur *in vitro* (Slamet 2011). Perakitan tanaman kedelai tahan tanah kering masam dengan rekayasa genetika dapat dilakukan melalui transformasi genetik. Hal ini dapat ditempuh dengan penggunaan bantuan *Agrobacterium tumefaciens* dalam transformasi tanaman karena lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode lain (Arencibia *et al.* 1998). Proses seleksi bertujuan untuk membedakan eksplan yang tertransformasi dan yang tidak tertransformasi.

Tanaman kedelai yang adaptif pada kondisi tersebut adalah kedelai toleran terhadap lahan kering masam yang dapat diperoleh melalui seleksi. Seleksi secara *in vitro* tanaman kedelai terhadap sel-sel transforman merupakan faktor untuk keberhasilan transformasi genetik. Seleksi bertujuan untuk memisahkan sel transforman dan sel non transforman. Seleksi sel-sel transforman dilakukan secara *in vitro* menggunakan antibiotik sebagai agen seleksi (Arencibia *et al.* 1998).

Seleksi yang umum dilakukan biasanya menggunakan antibiotik misalnya higromisin. Dalam proses transformasi telah disisipkan gen yang tahan terhadap antibiotik higromisin sebagai penanda seleksi. Eksplan kedelai yang tertransformasi akan mampu bertahan dalam media yang mengandung antibiotik higromisin, sedangkan yang tidak tertransformasi akan mengalami kematian. Gen yang umum digunakan dalam proses transformasi adalah gen *hpt* yang menyandi enzim *hygromycin fosfotransferase*. Beberapa vektor ekspresi menggunakan gen *hptII* dalam T-DNANYA supaya dapat menghasilkan enzim *hygromycin phosphotransferase* seperti pC1301H (Mulyaningsih *et al.* 2010), pCambia1301 (Liberty *et al.* 2009), dan pRQ6 (Pardal *et al.* 2004).

Setiap tanaman mempunyai batas toleransi yang berbeda-beda terhadap higromisin. Hal tersebut tergantung pada genotipe eksplan, jenis eksplan, dan jenis antibiotik. Penggunaan eksplan setengah biji yang dihilangkan aksis embrionya lebih efisien dalam proses transformasi menggunakan *Agrobacterium* (Paz *et al.* 2006).

Informasi mengenai konsentrasi optimal ketika tahap seleksi *in vitro* terutama pada kedelai varietas tahan tanah kering masam sangat diperlukan. Berdasarkan latar belakang di atas, perlu dilakukan penelitian tentang bagaimana respon eksplan kedelai varietas tahan tanah kering masam terhadap higromisin, serta berapakah konsentrasi higromisin yang optimal untuk kedelai varietas tahan tanah kering masam.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah varietas kedelai (var. Argomulyo, var. Burangrang, var. Anjasmoro, var.

Ijen, var. Sinabung), faktor kedua adalah konsentrasi higromisin (0 mg/l, 10 mg/l, 15 mg/l, 20 mg/l, 25 mg/l). Unit perlakuan berupa 1 botol yang ditanam 5 eksplan biji setengah dengan 5 kali ulangan pada setiap perlakuan. Data penelitian berupa data kuantitatif dengan parameter jumlah eksplan yang hidup, hari muncul tunas, dan jumlah tunas. Data kualitatif perubahan warna eksplan di analisis secara deskriptif. Pengambilan data dihitung dari awal pertumbuhan hingga akhir penelitian selama 30 hari.

## HASIL DAN PEMBAHAN

### Pertumbuhan tunas

Eksplan yang bertahan hidup dan ada pertumbuhan tunas disebabkan karena adanya proses pembelahan sel. Proses pembelahan sel

dipengaruhi oleh *Cyclin-dependent* kinase, enzim yang berperan pada pembelahan sel. Percepatan peralihan fase-fase pembelahan sel akan mempersingkat waktu pembelahan sel-sel sehingga mempercepat waktu muncul tunas.







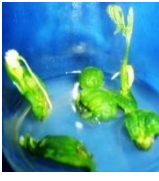


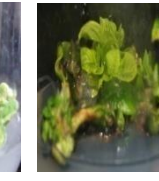
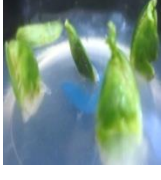


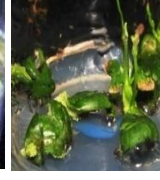




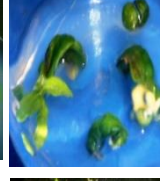
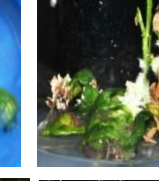

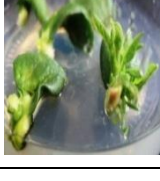


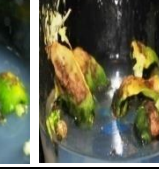
Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 1 dan Tabel 2), konsentrasi 15 mg/l merupakan konsentrasi minimal higromisin yang diperlukan untuk menyeleksi eksplan, akan tetapi adanya efek toksis dari higromisin mengakibatkan pertumbuhan eksplan dan kemunculan tunas pada eksplan mengalami penundaan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan sementara dari eksplan untuk beradaptasi terhadap media yang ditambah higromisin. Maka ketika menghadapi cekaman antibiotik, eksplan berusaha mengatasi cekaman tersebut terlebih dahulu sehingga energi diarahkan untuk proses pemulihan.

**Tabel 1.** Rerata pengamatan jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas pada tiap taraf perlakuan.

Varietas	Konsentrasi	Jumlah eksplan yang hidup	Jumlah tunas	Hari muncul tunas
Argomulyo	0 mg/l	5,00 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>
	10 mg/l	4,40 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	6,6 <sup>bc</sup>
	15 mg/l	4,00 <sup>ab</sup>	2,2 <sup>bc</sup>	6,8 <sup>cd</sup>
	20 mg/l	0,40 <sup>f</sup>	1,2 <sup>d</sup>	7,4 <sup>de</sup>
	25 mg/l	1,00 <sup>de</sup>	1,2 <sup>d</sup>	7,6 <sup>e</sup>
Burangrang	0 mg/l	5,00 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>
	10 mg/l	5,00 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	6,4 <sup>bc</sup>
	15 mg/l	3,40 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	6,4 <sup>bc</sup>
	20 mg/l	0,80 <sup>ef</sup>	1,6 <sup>cd</sup>	7,4 <sup>de</sup>
	25 mg/l	0,60 <sup>ef</sup>	1,2 <sup>d</sup>	7,6 <sup>e</sup>
Anjasmoro	0 mg/l	5,00 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>
	10 mg/l	4,60 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	6,6 <sup>bc</sup>
	15 mg/l	1,80 <sup>cd</sup>	2,2 <sup>bc</sup>	6,6 <sup>bc</sup>
	20 mg/l	0,80 <sup>ef</sup>	1,6 <sup>cd</sup>	6,6 <sup>bc</sup>
	25 mg/l	0,60 <sup>ef</sup>	1,2 <sup>d</sup>	6,8 <sup>cd</sup>
Ijen	0 mg/l	5,00 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	5,8 <sup>ab</sup>
	10 mg/l	5,00 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	6,6 <sup>bc</sup>
	15 mg/l	4,60 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>	6,6 <sup>bc</sup>
	20 mg/l	2,00 <sup>c</sup>	2,0 <sup>bc</sup>	6,8 <sup>cd</sup>
	25 mg/l	1,40 <sup>cd</sup>	1,4 <sup>cd</sup>	7,0 <sup>de</sup>
Sinabung	0 mg/l	5,00 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>
	10 mg/l	5,00 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	6,6 <sup>bc</sup>
	15 mg/l	4,40 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>	7,2 <sup>de</sup>
	20 mg/l	2,00 <sup>c</sup>	1,8 <sup>bc</sup>	7,2 <sup>de</sup>
	25 mg/l	1,40 <sup>cd</sup>	1,4 <sup>cd</sup>	7,6 <sup>e</sup>

Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan

**Tabel 2.** Rerata pengamatan perubahan warna eksplan pada tiap taraf perlakuan.

Varietas kedelai	Konsentrasi higromisin				
	0 mg/l	10 mg/l	15 mg/l	20 mg/l	25 mg/l
Argomulyo					
Burangrang					
Anjasmoro					
Ijen					
Sinabung					

Pada proses pertumbuhan eksplan dan pembentukan tunas, eksplan membutuhkan energi yang terkandung di dalam media pertumbuhan. Higromisin di dalam media menyebabkan pertumbuhan eksplan terhambat bahkan mengalami kematian akibat cekaman yang berlebih, sehingga eksplan mengalami penurunan jumlah tunas. Selain itu, agen penyeleksi dapat juga menghambat pertumbuhan sel-sel atau jaringan transforman, sehingga pertumbuhan atau regenerasinya memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian Pardal *et al.* (2004), bahwa konsentrasi 15 mg/l higromisin merupakan konsentrasi optimal yang digunakan untuk menyeleksi eksplan embrio muda kedelai varietas Wilis.

#### Perubahan warna eksplan

Perubahan warna eksplan merupakan tanda kematian sel, sehingga apabila eksplan terdapat pada konsentrasi higromisin yang tinggi dari konsentrasi optimal maka eksplan tidak mampu lagi membentuk sel-sel baru. Kematian eksplan tampak dengan terjadinya pencokelatan pada seluruh bagian eksplan. Munculnya warna kehitaman serta tidak munculnya tunas juga merupakan indikator bahwa tanaman mengalami kematian.

Higromisin menghambat proses metabolisme dengan cara mengikat ribosom 80S, sehingga terjadi kesalahan translasi mRNA (Bashir *et al.* 2004). Pada tumbuhan, ribosom 80S berada di organel kloroplas dan mitokondria. Higromisin menyebabkan pertumbuhan sel-sel yang tidak membawa gen ketahanan, akan mengalami kematian yang diawali pada bagian yang

bersentuhan langsung dengan medium. Kematian eksplan ditandai dengan perubahan warna eksplan dari hijau menjadi hijau kekuningan, dan selanjutnya mengalami pencokelatan, mengering dan menghitam.

Nekrotik atau kematian sel terjadi karena terkait dengan peracunan eksplan oleh pengaruh antibiotik. Toksisitas tanaman meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi higromisin. Karakteristik setiap varietas, masing-masing berkemampuan untuk tumbuh dan memiliki ketahanan yang berbeda. Hal tersebut mengakibatkan tanaman yang tidak memiliki gen *hpt* endogen akan mengalami kematian (nekrosis) pada sel atau jaringannya jika terpapar maupun ditumbuhkan pada medium yang mengandung higromisin (Cooper 2004).

Pada eksplan yang berwarna coklat disebabkan oleh penghambatan antibiotik terhadap metabolisme sel tumbuhan (Braun & Bennett 2001). Penghambatan proses metabolisme oleh antibiotik terjadi karena antibiotik mengikat ribosom 80S sehingga terjadi kesalahan translasi mRNA (Bashir *et al.* 2004). Pada tumbuhan, ribosom 80S berada di organel kloroplas dan mitokondria. Pada kloroplas, pengikatan antibiotik pada ribosom 80S menyebabkan rusaknya klorofil dan menghambat pembentukan asam amino (Wajtania *et al.* 2005). Rusaknya klorofil mengakibatkan eksplan berwarna coklat dan mati.

Efek sitokinin yang awalnya dapat memicu pembelahan sel, menjadi terhambat karena proses metabolismenya dihambat oleh zat penghambat sintesis RNA atau protein (Salisbury & Ross 1995). Antibiotik higromisin yang bekerja dengan cara menghambat sintesis protein dapat menyebabkan kesalahan translokasi, sehingga BAP tidak efektif dan menyebabkan proses metabolisme tidak efektif. Matinya sel atau proses penuaan terjadi karena penguraian protein menjadi asam amino oleh enzim protease, RNA-ase dan DNA-ase. Adanya BAP maka kerja enzim-enzim tersebut akan dihambat sehingga umur protein menjadi lebih panjang. Bila sintesis protein terhenti, proses metabolisme terhenti karena metabolisme memerlukan enzim sebagai katalis dalam sistem biokimiawi di dalam sel tumbuhan.

### **Interaksi varietas kedelai dan konsentrasi higromisin**

Pertumbuhan eksplan dihambat oleh higromisin, semakin tinggi konsentrasi higromisin akan mengakibatkan pertumbuhan kurang maksimal. Higromisin adalah antibiotik yang toksik bagi eksplan sehingga menyebabkan kematian sel. Kematian eksplan ditunjukkan dengan tidak berkembangnya eksplan dan perubahan warna eksplan. Pertumbuhan eksplan dan tunas yang terbentuk dari semua varietas kedelai mengalami penundaan akibat higromisin. Menurut Anggraito (2013), peracunan antibiotik menyebabkan eksplan lebih menanggapi cekaman yang muncul dibandingkan untuk membentuk tunas.

Ukuran biji kedelai dari berbagai varietas mempengaruhi proses pertumbuhan. Genotipe eksplan memberikan respon yang berbeda-beda terhadap konsentrasi higromisin. Varietas benih yang berukuran kecil, memiliki daya tumbuh berkecambah dan daya simpan yang tinggi. Sementara varietas benih yang berukuran besar memiliki daya kecambah dan daya simpan yang rendah (Asrar 2013). Eksplan yang berukuran biji besar akan cenderung lebih lambat mengalami pertumbuhan dibanding dengan biji kecil maupun sedang. Adanya efek higromisin yang toksik menyebabkan eksplan langsung mengalami penghambatan pertumbuhan dan terganggunya sistem metabolisme.

Benih berukuran besar mempunyai tingkat kemunduran benih yang relatif cepat dibanding benih berukuran lebih kecil. Hal ini terjadi karena kandungan cadangan makanan pada biji berukuran besar terdapat protein dan lemak yang banyak sehingga jika terjadi penguapan terhadap benih akan mempengaruhi peningkatan kadar air benih dan membuat benih berukuran besar lebih cepat mengalami kemunduran benih dibanding biji berukuran kecil (Gaol & Fox 2009). Hal tersebut mengakibatkan eksplan lebih mudah mengalami nekrotik atau kematian sel karena peracunan pada eksplan akibat higromisin, sehingga berdampak pada kematian sel-sel dalam eksplan.

## SIMPULAN

Eksplan kedelai varietas tahan tanah kering masam memiliki respon dan ketahanan yang berbeda-beda terhadap higromisin sesuai konsentrasi yang digunakan. Terjadi perubahan eksplan dari awal berwarna putih berubah menjadi hijau, kemudian berwarna hijau kekuningan dan selanjutnya menjadi hijau kecoklatan lalu hijau kehitaman. Konsentrasi optimal higromisin yang diperlukan untuk menyeleksi eksplan setengah biji kedelai varietas tahan tanah kering masam yaitu pada parameter jumlah eksplan yang hidup, jumlah tunas, dan hari muncul tunas adalah konsentrasi 15 mg/l.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraito YU. 2013. Tanggap eksplan beberapa varietas kedelai terhadap berbagai konsentrasi higromisin dalam kultur *in vitro*. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA. FMIPA UNY. Yogyakarta, 18 Mei 2013. Hlm 48-55.
- Arencibia A, Gentinetta E, Cuzzoni E, Castiglione S, Kohli A, Vain P, Leech M, Christou P, and Sala F. 1998. Molecular analysis of the genome of transgenic rice (*Oryza sativa* L.) plants produced via particle bombardment or intact cell electroporation. *Mol Breeding*. 4: 99-109.
- Asrar A. 2013. Pengaruh ukuran benih terhadap produksi, viabilitas dan vigor dari dua varietas kedelai (*Glycine Max* (L) Merrill. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- [Balitkabi] Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2008. *Mutu kedelai nasional lebih baik dari kedelai impor*. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2013. *Berita Resmi Statistik*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Barus J. 2013. Soybeans deployment potential and cultivation at suboptimal land in Lampung. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung. Palembang, 20-21 September 2013. Hlm 1-12.
- Bashir K, Rafiq M, Fatima T, Husnain T, and Riazuddin S. 2004. Hygromycin based selection of transformants in a local inbred line of *Zea Mays* (L.). *PJBS*. 7(3): 318-323.
- Braun R, & Bennett DJ. 2001. Antibiotic resistance in genetically modified (GM) crops. *EFB Task Group on Pub Prec of Biotec*. 10:1-4.
- Cooper J. 2004. Hygromycin: Antibiotic for gene transfer. 6 hlm. <http://www.hygromycin.com>.
- Gaol ML & Fox JED. 2009. Pengaruh variasi ukuran biji terhadap perkecambahan *Acacia fauntleroyi* (Maiden) Maiden and Blakely. *Berk Penel Hayati*. 14: 153-160.
- Liberty, Herman M & Watimena GA. 2009. Development of seed borer resistant soybean through genetic transformation of *Cry1* Abgene using *Agrobacterium tumefaciens*. *Zuriat*. 20(1): 19-26.
- Mulyaningsih ES, Aswidinnoor H, Sopandie D, Ouwerkerk PB, & Loedin IHS. 2010. Transformasi padi indica kultivar Batutegei dan Kasalath dengan gen regulator HD-Zip untuk perakitan varietas toleran kekeringan. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 38(1): 1-7.
- Pardal SJ, Wattimena GA, Aswidinnoor H, Herman M, Listanto E & Slamet. 2004. Transfer of the proteinase inhibitor II gene into soybean through *Agrobacterium tumefaciens* vector for pod borer resistance. *J Bioteknologi Pertanian*. 9(1): 20-28.
- Paz MM, Martinez JC, Kalvig AB, Fonger TM & Wang K. 2006. Improved cotyledonary node method using an alternative explant derived from mature seed for efficient *Agrobacterium*-mediated soybean transformation. *Plant Cell Rep*. 25: 206-213.
- Salisbury FB & Ross CW. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Terjemahan Lukman DR & Sumaryono. Jilid 2. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Slamet. 2011. Perkembangan teknik aklimatisasi tanaman kedelai hasil regenerasi kultur *in vitro*. *J Litbang Pertanian*. 30(2): 48-54.
- Trustinah, Kasno A, & Wijanarko A. 2009. Toleransi genotipe kacang tanah terhadap lahan masam. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 28(3): 183-191.
- Wajtania A, Pulawka J & Gabryszewska E. 2005. Identification and elimination of bacterial contaminants from *Pelargonium* tissue cultures. *J Fruit Ornamental Plant Resear*. 13:101-108.
- Zakaria AK. 2010. Program pengembangan agribisnis kedelai dalam peningkatan produksi dan pendapatan petani. *J Litbang Pertanian*. 29(4): 147-153