

ISSN 1410 - 5020

Jurnal Penelitian

Pertanian Terapan

Volume 6 No. 3, September 2006



Jurnal Penelitian **Pertanian Terapan**

Volume 6, Nomor 3 September 2006

- Pengaruh Berbagai Tingkat Amonia Liter terhadap Performan dan Patologi Anatomi Organ Ayam Pedaging 203-207
Agung Adi Candra, Yadi Pria Budiman, Nani Irwani
- Pengaruh Kepadatan Bahan dan Lamanya Penyulingan terhadap Randemen dan Mutu Minyak Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) 208-212
Feri Manoi
- Komposisi Asam Lemak Beberapa Kultivar Kelapa pada Lima Lokasi Tumbuh 213-218
Juniaty Towaha
- Distribusi Penguasaan Lahan Garapan Rumah Tangga Petani Pada Usahatani Jagung Hibrida di Lampung 219-225
Muchlas
- Hubungan Pola Komunikasi dengan Perilaku Berusahatani Peserta Program Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu (P3T) di Kecamatan Seputuh Raman, Kabupaten Lampung Tengah 226-231
Munir Eti Wulanjari
- Studi Pemanfaatan Limbah Pulp Kopi dan Coklat untuk Pembentukan Gum Xanthan 232-236
Oktaf Rina
- Pengaruh Aluminium terhadap Penghambatan Akar dan Hipokotil Kedelai (*Glycine max* L.) 237-242
Paul B. Timotiwu
- Tanggapan Pertumbuhan Awal Tanaman Nilam (*Pogostemon Cablin* Benth.) terhadap Bahan Organik dan ZPT Rootone-F 243-248
Sugiatno
- Pengaruh Spesies *Bacillus* dan Lama Fermentasi terhadap Kemudahan Pengupasan dan Kualitas Lada Putih (*Piper Nigrum* L.) 249-256
Suharyono AS
- Penggunaan Pod Kakao Terfermentasi dalam Ransum terhadap Produktivitas Ayam Pedaging 257-261
Yana Sukarna

Pengaruh Alumunium terhadap Penghambatan Akar dan Hipokotil Kedelai (*Glycine max* L.)

Alumunium Effect of Soybean Hypocotyl Elongation

Paul B. Timotiwu ¹⁾

¹⁾ Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro 1, Gedung Meneng - Bandar Lampung (35145)
e-mail: paulbt@bdp-unila.com

Abstract

Aluminum (Al) was usually found in acid soils as metal ions. The existences of Al have had effects on seed germination which are represent as an indicator to soybean production and growth. The aimed of this study was to evaluate the effect of Al on root and hypocotyl elongation of soybean. This experiment was conducted at Seed Science and Technology Laboratory, College Of Agriculture, The University of Lampung. Soybean seed used was Jaya Wijaya variety and the source of Al was 1 mM $AlCl_3 \cdot 6H_2O$. Result of this study indicated that soybean root elongation was inhibited 1 hour after 1 mM $AlCl_3$ treatment, while that of soybean hypocotyl elongation was started 1 day after the treatment. Inhibition of elongation on both root and hypocotyl by the above treatment were clearly seen after 4 h and 4 days, respectively. It could be concluded that Al activated at elongation zones on both root and hypocotyl. The elongation zone of root is more sensitive than that of hypocotyl.

Keywords: Alumunium, root elongation, hypocotyl elongation, soybean

Diterima: 12 Juli 2006, disetujui: 10 Agustus 2006

Pendahuluan

Alumunium sudah dikenal luas sebagai ion logam yang banyak terdapat pada lahan pertanian yang memiliki pH rendah terutama pada tanah jenis PMK (Podsolik Merah Kuning). Pada pH rendah di bawah 5 - 5,5 kerap kali dijumpai alumunium, besi dan mangan yang terlarut dan umumnya sumber unsur hara yang tersedia dalam bentuk yang terikat pada permukaan koloid tanah atau tersedia dalam larutan tanah (Buckman dan Brady, 1982). Keseluruhan unsur yang tersedia bagi tanaman sangat tergantung pada jenis tanah. Tanah bertekstur lempung memiliki keterikatan alumunium yang tinggi dibandingkan tekstur tanah yang lain. Tanah

bertekstur lempung kaya akan kandungan silica dan alumunium (Buckman dan Brady, 1982). Menurut May dan Nordstorm, 1991 dalam Le Van *et al.* 1994), alumunium merupakan logam yang paling banyak terdapat di bumi. Alumunium yang terlarut pada tanah masam sangat beracun sehingga mempengaruhi sistem biologi tanaman (Driscoll dan Schecher 1988 dalam Le Van *et al.* 1994; Foy *et al.* 1978). Pengaruh fisiologi toksisitas alumunium pada tanaman berupa penghambatan dalam pembelahan sel (Clarkson, 1965; Morimura *et al.*, 1978), pemanjangan sel (Wallace dan Anderson, 1984), atau pengambilan mineral (Clarkson, 1967), namun mekanisme secara fisiologi belum jelas.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh aluminium terhadap penghambatan pemanjangan akar dan hipokotil tanaman kedelai.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2002 dengan metode survei. Lokasi penelitian dipilih secara sengaja (purposive) di tiga kabupaten yaitu; Kabupaten Lampung Tengah, Lampung Timur dan Lampung Selatan.

Percobaan ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, dari bulan Maret hingga April 2004. Benih kedelai varietas Jaya Wijaya (*Glycine max* [L.] Merr.) sebanyak 25 butir dilembabkan dan dikedambahkan selama 48 jam menggunakan metode kertas digulung dan didirikan dalam alat pengecambah OM-12 (Stultz Sci. Eng. Corp, Illinois., USA). Benih yang berkecambah dan memiliki panjang akar ± 2 cm dipindahkan ke bak penumbuhan yang berisi larutan 1 mM $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ (Sigma-Aldrich, USA) dan tanpa $AlCl_3 \cdot 6H_2O$. Derajat keasaman (pH) larutan $AlCl_3$ disesuaikan dengan kondisi lahan yang kaya akan kandungan aluminium yaitu pH sekitar 4.5 dengan menggunakan 0,01 M HCl. Pengukuran pemanjangan akar dilakukan dari ujung akar hingga ke pangkal akar benih dan dilakukan selama 10 jam dengan interval pengukuran 1 jam. Pengukuran terjadinya pemanjangan hipokotil dilakukan selama 5 hari dengan interval waktu pengamatan per hari. Alat ukur yang digunakan dalam pengukuran terjadinya elongasi baik pada perakaran maupun hipokotil menggunakan kertas grafik bergaris.

Hasil dan Pembahasan

Pemanjangan akar atau elongasi akar primer kedelai terhambat setelah 1 jam pemberian 1 mM $AlCl_3$ (Gambar 1). Belum

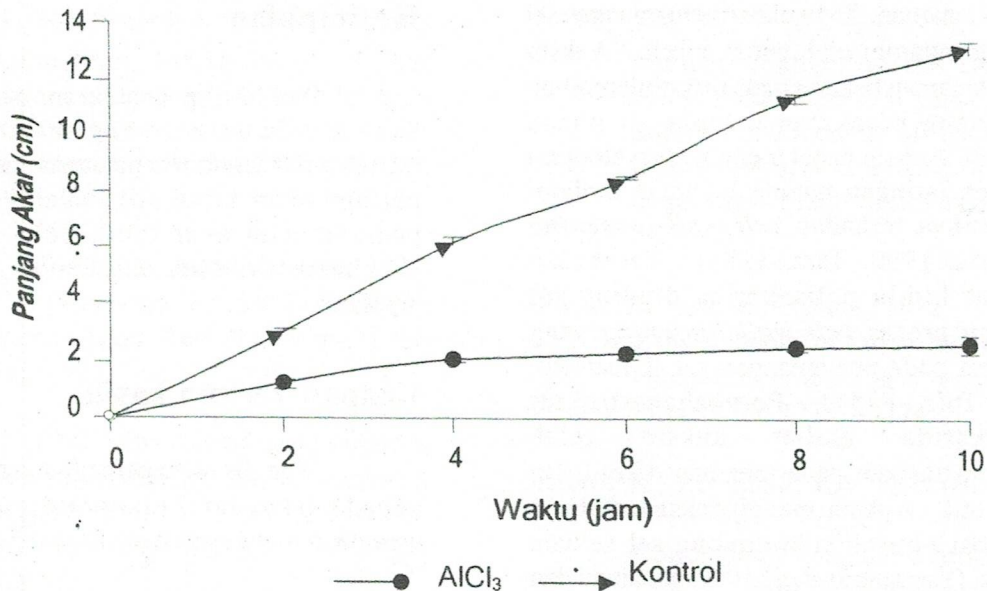
terlihat perbedaan perubahan akibat terjadinya plasmolisis antara pemberian $AlCl_3$ dan tanpa $AlCl_3$ selama durasi waktu pengamatan. Penghambatan jelas terlihat pada pengamatan 4 dan 5 jam, akar primer kedelai tidak lagi memperlihatkan pemanjangan, sebaliknya pada perlakuan tanpa pemberian $AlCl_3$ pemanjangan tetap berlangsung terus secara gemaris.

Pemanjangan hipokotil kecambah kedelai mulai terhambat setelah 1 HSP pemberian 1 mM $AlCl_3$ dibandingkan dengan tanpa pemberian $AlCl_3$ (Gambar 2). Hipokotil terlihat mengalami plasmolisis 3 HSP. Hipokotil kedelai terlihat lemah dan merunduk, sebaliknya pada perlakuan tanpa $AlCl_3$ kecambah tumbuh tegak.

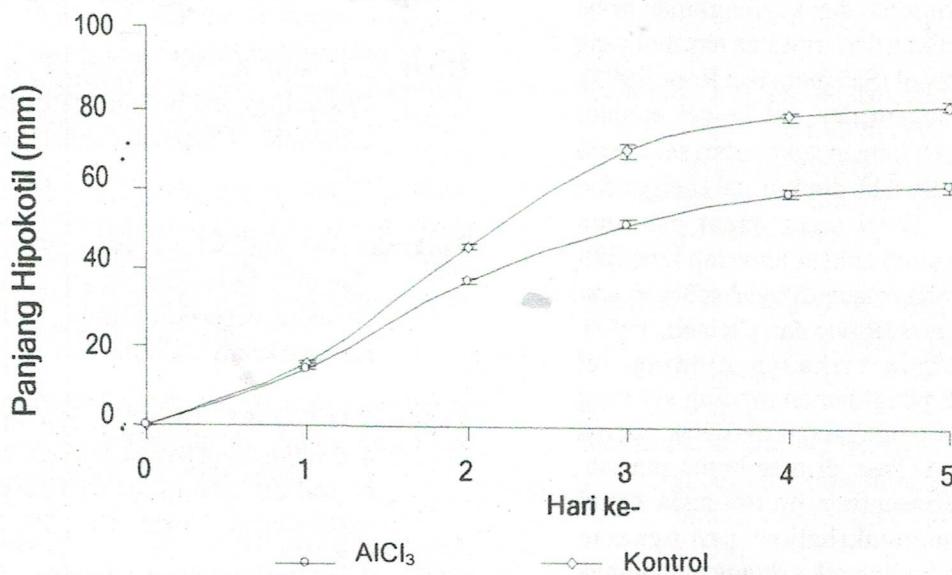
Penambahan pemanjangan berlangsung lambat pada 4 dan 5 HSP untuk perlakuan pemberian 1 mM $AlCl_3$ maupun tanpa pemberian $AlCl_3$.

Percobaan ini memperlihatkan bahwa aluminium lebih berperan dalam penghambatan pemanjangan akar primer dibandingkan dengan hipokotil. Terjadinya penghambatan pertumbuhan perakaran dan hipokotil kemungkinan disebabkan oleh 2 hal yaitu (1) aluminium membentuk kompleks dengan polisakarida dinding sel dan (2) aluminium terikat oleh mediator auksin di sitosol, sehingga proses degradasi polisakarida dinding sel terhambat. Hasil ini didukung oleh hasil percobaan sebelumnya mengenai penghambatan Al pada gandum (Wallace dan Anderson, 1984; Ryan *et al.*, 1992) serta kecambah *Squash* (Le Van *et al.* 1994). Beberapa penelitian lain mengenai pengaruh Al terhadap penghambatan pemanjangan dan pertumbuhan akar dilakukan oleh Ryan *et al.* (1993) yang memperlihatkan bahwa ujung akar merupakan bagian yang sensitif terhadap Al, sedangkan Shivaguru dan Horst (1998) membuktikan bahwa daerah transisi dari ujung akar merupakan bagian yang paling rentan terhadap Al. Selanjutnya Shivaguru *et al.* (1999) membuktikan bahwa Al menyebabkan terjadinya disorganisasi mikrotubul dan aktin mikrofilamen. Hingga saat ini memang belum

Pengaruh Aluminium terhadap Penghambatan Akar dan Hipokotil Kedelai (*Glycine max L.*)



Gambar 1. Pengaruh Al terhadap pertumbuhan akar kecambah kedelai varietas Jayawijaya



Gambar 2. Pengaruh Al(1mM) terhadap pertumbuhan hipokotil kecambah kedelai varietas Jayawijaya

jelas kerja Al dalam tanaman, tetapi bukti-bukti memperlihatkan bahwa apoplas merupakan daerah kerja Al (Horst, 1995). Al sangat kuat berikatan dengan senyawa yang terdapat di dinding sel dan sel korteks (Delhaize *et al.*, 1993a). Kemampuan kapasitas tukar kation dinding sel dan eksudasi senyawa organik akan membentuk senyawa Al yang kompleks (Delhaize, 1993b).

Hasil penelitian Le Van *et al.* (1994) memperlihatkan bahwa Al secara cepat mereduksi pertumbuhan akar melalui penghambatan pemanjangan dan perubahan metabolisme polisakarida dinding sel pada daerah nonelongasi maupun elongasi. Menurut Matsumoto *et al.* (1977) dan Wagatsuma (1983), Al diserap dalam jumlah besar pada ujung akar yang sedang bertumbuh dari banyak

spesies tanaman. Tampaknya pemanjangan sel juga dipengaruhi oleh peran auksin. Auksin dalam tanaman bekerja pada titik-titik tumbuh di bagian perakaran maupun di pucuk tanaman. Auksin dapat menginduksi elongasi sel pada jaringan batang tanaman melalui promosinya terhadap *cell wall loosening* (Masuda, 1990; Taiz, 1984). Perubahan struktur kimia polisakarida dinding sel memacu proses *cell wall loosening* yang berakibat pada pemanjangan sel (Labavitch, 1981; Taiz, 1984). Perubahan struktur polisakarida akibat auksin telah didemonstrasikan pada tanaman dikotil dan monokotil. Auksin menginduksi terjadinya degradasi polisakarida dinding sel selama elongasi (Yamamoto *et al.* 1980; Nishitani dan Masuda, 1981; Inouhe *et al.* 1984).

Auksin secara kimiawi mirip dengan asam amino triptofan dan kemungkinan besar memang dihasilkan dari triptofan tersebut yang disintesis di sitosol (Salisbury dan Ross, 1995). Transportasi auksin dari sel ke sel melalui simplas dan kehilangan auksin dari sel (*auxin efflux*) secara difusi ke dinding sel (Zeiger dan Taiz, 1998). Teori yang dapat diterima mengenai pengaruh auksin terhadap koleoptil dan pertumbuhan batang dikenal sebagai *acid growth hypothesis* (Rayle dan Cleland, 1992). Pengaruh auksin terhadap dinding sel dimediasi oleh pengasaman dinding sel yang berakibat pada peningkatan aktivitas pompa proton enzim ATPase di membrane plasma. Peningkatan konsentrasi proton pada ruang dinding sel mengakibatkan peningkatan ekstensibilitas dinding sel, sehingga terjadinya pemanjangan dan pertumbuhan sel (Brett dan Waldron, 1996). Terhambatnya pemanjangan dan pertumbuhan sel diduga proton tidak mampu melakukan pertukaran kation pada Al yang terikat dengan senyawa nonpolisakarida dinding sel, sehingga proses autolisis oleh enzim yang mendegradasi senyawa dinding sel tidak dapat berlangsung dengan baik.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini disimpulkan bahwa aluminium yang terlarut dapat menghambat terjadinya pemanjangan akar dan pertumbuhan hipokotil kedelai. Daerah pemanjangan akar lebih peka terhadap penghambatan oleh aluminium daripada hipokotil.

Ucapan Terima kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Iskandar Zulkarnain yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Brett C.T. and K. W. Waldron. 1996. Physiology and Biochemistry of Plant Cell Walls. Chapman & Hall, London, UK.
- Buckman H.O. and N.C. Brady. 1982. Ilmu Tanah. Diterjemahkan dari Soil Science oleh Soegiman. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- Clarkson, D.T. 1965. The effect of aluminum and some other trivalent metal cations on cell division in the root species of *Allium cepa*. Annu. Bot. 29: 309—315.
- Clarkson, D.T. 1967. Interaction between aluminum and phosphorus on root surfaces and cell wall material. Plant Soil 27: 347—356.
- Delhaize E., S. Craig, C.D. Beaton, R.J. Bennet, V.C. Jagadish, P.J. Randall 1993. Aluminum tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). I. Uptake and distribution of aluminum in root apices. Plant Physiol. 103: 685—693.

Pengaruh Alumunium terhadap Penghambatan Akar dan Hipokotil Kedelai (Glycine max L.)

- Delhaize E., P.R. Ryan, and P.J. Randall. 1993. Aluminum tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). II. Aluminum-stimulated excretion of malic acid from root apices. *Plant Physiol.* 103: 695—702.
- Foy, C.D., R.L. Chaney, and M.C. White. 1978. The physiology of metal toxicity in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 29: 511—566.
- Horst W.J. 1995. The role of the apoplast in aluminum toxicity and resistance of higher plant: a review. *Z. Pflanzenemahr Bodenk* 158: 419—428.
- Inouhe M., R. Matsuda, and Y. Masuda. 1984. Auxin-induced changes in the molecular weight distribution of cell wall xyloglucans in *Avena coleoptiles*. *Plant Cell Physiol.* 25: 1341—1351.
- Le Van. H, S. Kuraishi, dan N. Sakurai. 1994. Aluminum-induced rapid root inhibition and changes in cell wall components of squash seedlings. *Plant Physiol.* 106: 971—976.
- Labavitch J.M. 1981. Cell wall turnover in plant development. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 32: 385—406.
- Masuda Y. 1990. Auxin-induced cell elongation and cell wall changes. *Bot. Mag. Tokyo* 103: 345—370.
- Matsumoto H., S. Morimura, and E. Takahashi. 1977. Less involvement of pectin in precipitation of aluminum in pea root. *Plant Cell Physiol.* 18: 325—335.
- Morimura S., E. Takahashi, H. Matsumoto. 1978. Association of aluminum with nuclei and inhibition of cell division in onion (*Allium cepa*) roots. *Z. Pflanzenphysiol.* 88: 395—401.
- Nishitani K. and Y. Masuda, 1981. Auxin-induced changes in the cell wall xyloglucans: effect of auxin on the two different subfractions of xyloglucans in the epicotyl cell wall of *Vigna angularis*. *Plant Cell Physiol.* 24: 345—355.
- Rayle D.L. and R. Cleland, 1992. The acid growth theory of auxin induced cell elongation is alive and well. *Plant Physiol.* 99: 1271—1274.
- Ryan P.R., J.E. Shaft, L.V. Kochian. 1992. Aluminum toxicity in roots. Correlation among ionic currents, ion fluxes, and root elongation in aluminum-sensitive and aluminum-tolerant wheat cultivars. *Plant Physiol.* 99: 1193—1200.
- Ryan P.R., J.M. DiTomaso, and L.V. Kochian. 1993. Aluminum toxicity in roots: an investigation of spatial sensitivity and the role of the root cap. *J. Exp. Bot.* 44: 437—446.
- Salisbury F.B. and C.W. Ross, 1995. *Plant Physiology*. Wadsworth Pub. Co. Belmont, CA.
- Shivaguru M. and W.J. Horst. 1998. The distal part of the transition zone is the most aluminum-sensitive apical root zone of maize. *Plant Physiol.* 116: 155—163.
- Shivaguru M., F. Baluska, D. Volkmann, H.F. Hubert, and W.J. Horst. 1999. Impacts of aluminum on the cytoskeleton of the maize root apex. Short-term effects on the distal part of the transition zone. *Plant Physiol.* 119: 1073—1082.
- Taiz L. and E. Zeiger. 1998. *Plant Physiology*. Sinauer Associates Inc., Pub. Sunderland, Massachusetts.

- Taiz L. 1984. Plant cell expansion: regulation of cell wall mechanical properties. *Annu Rev Plant Physiol.* 35:585—657.
- Wagatsuma T. 1983. Characterization of absorption sites for aluminum in the roots. *Soil Sci. Plant Nutr.* 29: 499—515.
- Wallace S.U. and I.C. Anderson. 1984. Aluminum toxicity and DNA synthesis in wheat roots. *Agron J.* 76: 5—8.
- Yamamoto R., N. Sakurai, K. Shibata, and Y. Masuda. 1980. Effect of auxin on the structure of hemicelluloses of *Avena* coleoptiles. *Plant Cell Physiol.* 21: 373—381.