

**PERUBAHAN KARAKTER TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)  
AKIBAT ALELOPATI DAN PERSAINGAN TEKI (*Cyperus rotundus* L.)  
[*The Changing of Corn (Zea mays L.) Character Caused by Allelopathy  
and Competition with Purple Nutsedge (Cyperus rotundus L.)*]**

**B. A. Kristanto**

*Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang*

**ABSTRAK**

Penelitian bertujuan mengkaji pengaruh alelopati dan atau persaingan gulma teki pada perkecambahan, luas dan kandungan klorofil daun, aktivitas enzim nitrat reduktase dan serapan nitrogen, laju fotosintesis dan produksi bahan kering hijauan jagung. Penelitian dilakukan di laboratorium Ilmu Tanaman Makanan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan ternak, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 ulangan. Perlakuan terdiri dari : kontrol, tanpa alelopati (A1), alelopati lindihan ubi teki (A2), alelopati larutan ubi teki (A3), alelopati dan persaingan dengan teki yang dikendalikan (A4) dan alelopati dan persaingan dengan teki yang tidak dikendalikan (A5). Parameter yang diamati adalah prosentase dan kemunculan kecambah, luas dan kandungan klorofil daun, aktivitas nitrat reduktase dan serapan nitrogen, fotosintesis, laju pertumbuhan dan produksi bahan kering hijauan jagung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alelopati dan atau persaingan gulma teki menurunkan prosentase perkecambahan, menghambat waktu kemunculan benih, menurunkan jumlah, luas dan kandungan klorofil daun, fotosintesis, laju pertumbuhan relatif dan produksi bahan kering hijauan jagung. Pengaruh persaingan dan alelopati lebih besar dibanding alelopati. Pengaruh alelopati larutan ubi teki lebih besar dibanding lindihan ubi teki. Pengendalian gulma menurunkan pengaruh alelopati dan persaingan.

*Kata kunci : alelopati, teki, perkecambahan, nitrat reduktase, fotosintesis, produksi hijauan*

**ABSTRACT**

The experiment was study allelopathy and competition of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) on seed germination, leaf area and content of leaf chlorophyll, nitrate reductase enzyme activity (NRA) and nitrogen absorbtion, photosyntethic rate, relative growth rate (RGR) and dry matter (DM) forage production of corn. The experiment was carried out in a greenhouse of Forage Crops Science Laboratory, Faculty of Animal Agriculture, Diponegoro University. The experiment was arranged on completely randomized design with 5 replications. The treatments consist of : control/untreated (A1), tubers leach allelopthy of purple nutsedge (A2), tubers extract allelopathy of purple nutsedge (A3), allelopathy and competition of purple nutsedge without weed control (A4), and allelopathy and competition of purple nutsedge and weed control (A5). The experimrnt showed that allelopathy and competition reduced germination percentage, seedling, number of leaf, leaf area, content of chlorophyll, decreased NRA, nitrogen absorbtion, photosynthesis rate, RGR, and forage dry matter of corn. The allelopathy and competition purple nutsedge effects was highest on allelopathy. Tuber leach allelopathy of purple nutsedge was the highest tuber extract. The control of purple nutsedge weed was reduced effects of allelopathy and competitions.

*Keywords : allelopathy, purple nutsedge, germination, nitrate reductase, photosynthesis, forage production*

## PENDAHULUAN

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) termasuk dalam golongan gramineae yang mempunyai manfaat ganda, baik sebagai sumber pangan dan pakan. Biji jagung menjadi tumpuan sumber energi dalam ransum unggas dan jerami ataupun hijauan sebagai sumber pakan ternak ruminansia. Produksi biji atau hijauan jagung dipengaruhi berbagai faktor, dari aspek agronomi, diantaranya adalah keberadaan gulma. Keberadaan gulma menyebabkan kerugian besar berkaitan dengan penurunan produksi dan kualitas produk, mempertinggi biaya produksi berkaitan dengan penggunaan tenaga penyiangan dan panen, serta merupakan tanaman inang organisme hama dan patogen.

Gulma menimbulkan gangguan yang mengakibatkan perubahan karakter tanaman budidaya di sekitarnya, baik karakter morfologi, biokimiawi dan fisiologi melalui dua mekanisme, yaitu persaingan dan alelopati. Alelopati merupakan senyawa kimia yang dihasilkan oleh tanaman dan di lingkungan sekitar memberikan pengaruh secara langsung dan tidak langsung pada pertumbuhan dan perkembangan serta menurunkan produksi tanaman (Seigler, 1996). Teki (*Cyperus rotundus* L.) merupakan gulma yang sangat mengganggu pada pertanaman jagung dan beberapa tanaman lain. Melalui mekanisme alelopati, teki menyebabkan penghambatan pembelahan sel dan pertumbuhan, aktivitas enzim, sintesis protein, proses fotosintesis, permeabilitas membran sel dan penyerapan unsur hara serta meningkatkan respirasi secara berlebihan (Sastroutomo, 1990). Melalui mekanisme persaingan, teki bersaing untuk mendapatkan faktor tumbuh dengan tanaman di sekitarnya berupa air, unsur hara, udara, cahaya dan ruang tumbuh.

Senyawa alelopati kebanyakan dikandung pada jaringan tanaman, seperti akar, ubi, rhizome, batang, daun, bunga, buah dan biji yang dikeluarkan tanaman melalui cara penguapan, eksudasi akar, hasil lindihan dan pelapukan sisa-sisa tanaman (Moenandir, 1988) yang mampu mengganggu pertumbuhan tanaman lain di sekitarnya. Beberapa senyawa yang diidentifikasi sebagai alelopati adalah flavanoid, tanin, asam fenolat, asam ferulat, kumarin, terpenoid, steroid, sianohidrin, quinon, asam sinamik dan derivatnya,

(Risvi *et al.*, 1992). Gangguan gulma teki dapat menurunkan produksi dari berbagai tanaman, seperti jagung (41%), bawang (89%), okra (62%), wortel (50%), kacang hijau (41%), ketimun (48%), kobis (35%), tomat (38%), padi (38%) dan kapas (34%) (Rice, 1984). Penurunan produksi tersebut akibat terjadi perubahan-perubahan karakter morfologi, biokimiawi dan fisiologi. Kristanto *et al.* (2003) melaporkan bahwa alelopati teki dan juga alang-alang menyebabkan ukuran organ berbagai tanaman legum dan gramineae menjadi lebih kecil, proses perkecambahan terhambat dan proses penimbunan bahan kering menjadi terhambat sehingga produksi bahan kering rendah. Ukuran organ daun yang lebih kecil dan tanaman lebih kerdil, terhambatnya laju dan menurunnya prosentase perkecambahan, penurunan laju fotosintesis dan laju pertumbuhan relatif akibat alelopati mencerminkan terjadinya perubahan karakter morfologi, biokimiawi, dan fisiologi tanaman.

## MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca laboratorium Ilmu Tanaman Makanan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro. Materi penelitian yang digunakan adalah benih jagung hibrida C-7 dan ubi teki. Media tanam berupa tanah seberat 10 kg dalam pot plastik, pupuk urea, SP36, KCl dan kompos. Bahan yang digunakan meliputi larutan NaOH 0,4 N, larutan HCl 0,1 N, indikator pp, larutan BaCl<sub>2</sub> 5% dan aseton 80%. Alat yang digunakan berupa cangkul, pot plastik, kerodong plastik, gelas ukur, timbangan, spuit, erlenmeyer, buret, statif, karet, lumpang porselin, kertas saring, dan spektrofotometer. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 ulangan. Perlakuan alelopati terdiri dari: kontrol, tanpa alelopati (A1), alelopati lindihan ubi teki (A2), alelopati larutan ubi teki (A3), persaingan dan alelopati yang dikendalikan (A4) dan persaingan dan alelopati yang tidak dikendalikan (A5). Parameter yang diamati meliputi perkecambahan, kemunculan benih, jumlah dan luas daun, kandungan klorofil daun, aktivitas nitrat reduktase dan serapan nitrogen, fotosintesis, laju pertumbuhan dan produksi bahan kering hijauan. Prosentase dan laju perkecambahan dihitung menggunakan rumusan Copland (1976),

kandungan klorofil daun menggunakan rumusan (Leegood *et al.*, 1982 dalam Coombs dan Hall, 1982), aktivitas nitrat reduktase dihitung menggunakan rumusan Guerrero (1982) dalam Coombs dan Hall (1982), laju fotosintesis dihitung menggunakan rumusan Radford (1967). Jumlah nitrogen terserap ditentukan menggunakan metode mikro Kjeldahl. Data dianalisis ragam menurut Gomez dan Gomez (1983).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perkecambahan

Alelopati melalui lindihan dan larutan ubi teki menurunkan prosentase dan laju perkecambahan serta kemunculan benih di permukaan tanah, sedangkan alelopati dan persaingan tidak (Tabel 1). Lindihan dan larutan ubi teki telah menghasilkan senyawa fenol yang menyebabkan hambatan aktivitas semua enzim yang bekerja pada proses degradasi cadangan makanan yang dikandung benih jagung selama proses perkecambahan, sedangkan perlakuan persaingan dan alelopati, ubi yang ditanam belum menghasilkan senyawa fenol yang secara efektif menyebabkan hambatan aktivitas enzim dan belum terjadi persaingan antara teki dengan jagung. Alelopati lindihan ubi teki menyebabkan penurunan prosentase, laju dan kemunculan kecambah lebih kecil dibanding alelopati larutan ubi teki. Hal ini karena lindihan ubi teki menghasilkan senyawa fenol secara berangsur dan perlahan, sedangkan larutan ubi teki lebih banyak dan cepat menghasilkan senyawa fenol sehingga senyawa fenol lebih efektif menghambat aktivitas enzim selama proses perkecambahan.

Alelopati teki menurunkan perkecambahan

benih dan memperlama waktu untuk berkecambah maupun kemunculan bibit di permukaan tanah dibanding tanpa alelopati, karena alelopati mengakibatkan hambatan aktivitas enzim-enzim yang melakukan degradasi cadangan makanan dalam benih sehingga energi tumbuh yang dihasilkan sangat rendah dan dalam waktu lebih lama yang selanjutnya menurunkan potensi perkecambahan. Menurut Sastroutomo (1991) bahwa mekanisme alelopati antara lain menghambat aktivitas enzim, bahkan menurut Rovera (1969) yang disitasi Fitter dan Hay (1991) bahwa alelopati dapat menyebabkan terjadinya degradasi enzim dari dinding sel, sehingga aktivitas enzim menjadi terhambat atau mungkin menjadi tidak berfungsi. Hambatan fungsi enzim A amylase dan B amylase pada degradasi karbohidrat, enzim protease pada degradasi protein, enzim lipase pada degradasi lipida dalam benih menyebabkan energi tumbuh yang dihasilkan selama proses perkecambahan menjadi sangat sedikit dan lambat, sehingga proses perkecambahan menurun yang dicerminkan pada penurunan prosentase perkecambahan dan meningkatnya lama waktu untuk berkecambah. Hasil kajian Kristanto *et al.* (2003) bahwa alelopati teki dan juga alang-alang menurunkan perkecambahan berbagai benih graminae dan legume. Persaingan teki belum terjadi pada prosentase dan laju perkecambahan serta kemunculan benih di permukaan tanah.

### Pertumbuhan

Alelopati dan atau persaingan gulma teki menurunkan jumlah, luas dan kandungan klorofil daun (Tabel 2). Senyawa fenol yang dihasilkan teki mengakibatkan hambatan dan gangguan berbagai

Tabel 1. Prosentase, Laju dan Kemunculan Kecambah Jagung akibat Alelopati dan atau Persaingan Gulma Teki

Alelopati	Perkecambahan						
	Persen (%)	Penurunan (%)	Laju (hari)	Hambatan (hari) / (%)		Kemunculan (hari)	Hambatan (hari) / (%)
Kontrol	82,25 <sup>a</sup>	--	5 <sup>c</sup>	--	--	7 <sup>d</sup>	--
Lindihan ubi	70,76 <sup>b</sup>	13,97	7 <sup>b</sup>	2	40,00	9 <sup>b</sup>	2 28,57
Ekstrak ubi	60,59 <sup>c</sup>	26,33	10 <sup>a</sup>	5	100,00	12 <sup>a</sup>	5 71,45
Persaingan dikendalikan	83,90 <sup>a</sup>	2,01	5 <sup>c</sup>	0	0,00	8 <sup>c</sup>	1 14,29
Persaingan tidak dikendalikan	83,64 <sup>a</sup>	3,06	5 <sup>c</sup>	0	0,00	8 <sup>c</sup>	1 14,29

Huruf superskrip berbeda pada kolom parameter yang sama menunjukkan perbedaan secara bermakna pada uji Duncan taraf 5%.

Tabel 2. Jumlah, Luas dan Kandungan Klorofil Daun Jagung akibat Alelopati dan atau Persingan Gulma Teki

Alelopati	Daun					
	Jumlah (helai)	Penurunan (%)	Luas (hari)	Penurunan (%)	Kadar klorofil (%)	Penurunan (%)
Kontrol	13a	**	417,88a	--	28,89a	--
Lindihan ubi	12b	7,69	444,95b	5,71	17,48b	16,32
Ekstrak ubi	12b	7,69	418,35c	11,34	16,16c	22,79
Persaingan dikendalikan	12b	7,69	399,38d	15,36	14,65d	29,87
Persaingan tidak dikendalikan	12b	7,69	394,17c	16,47	12,97e	37,91

Huruf superskrip berbeda pada kolom parameter yang sama menunjukkan perbedaan secara bermakna pada uji Duncan taraf 5%.

fungsi organ dan proses yang terjadi dalam tanaman. Alelopati menyebabkan penurunan permeabilitas membran sel, menghambat pembelahan, pemanjangan dan pembesaran sel, menurunkan kemampuan penyerapan air dan unsur hara terlarut (Sastroutomo, 1991; Rice, 1984). Penurunan permeabilitas sel akibat alelopati menjadikan sel tidak elastis sehingga menghambat lalu lintas air dan hara terlarut melewati membran sel. Devlin dan Witham (1983) menyebutkan bahwa permeabilitas sel yang menurun menyebabkan hambatan lewatnya air dan hara terlarut. Hambatan tersebut terjadi pada saat proses penyerapan unsur hara yaitu masuknya air dan hara terlarut ke sel akar maupun transportasi unsur hara dan hasil fotosintesis diantara sel-sel jaringan pengangkut dalam tanaman. Hambatan penyerapan unsur hara menyebabkan jumlah dan macam unsur terserap sedikit, yang selanjutnya mengakibatkan hambatan penyusunan senyawa, reaksi tertentu maupun proses fisiologi tanaman. Hambatan penyerapan unsur, seperti N, S, P, Fe, Mg dan Mn mengakibatkan hambatan penyusunan senyawa protein dan klorofil.

Alelopati menyebabkan hambatan proses

pembelahan, pemanjangan dan pembesaran sel yang berhubungan dengan pertambahan jumlah dan ukuran sel dan organ tanaman, sehingga pertumbuhan memanjang ataupun tinggi terhambat yang tercermin pada penurunan tinggi tanaman maupun daun dengan jumlah lebih sedikit dan ukuran yang lebih sempit. Bucholtz (1971) yang disitasi Sastroutomo (1991) menyatakan bahwa alelopati menghambat pembelahan sel yang selanjutnya menghambat pertumbuhan, baik memanjang ataupun kesamping sehingga tanaman lebih pendek dan kerdil. Hasil kajian Kristanto *et al.* (2003) menyebutkan bahwa alelopati teki dan juga alang-alang menurunkan tinggi tanaman dan luas daun berbagai tanaman gramineae dan legume.

### Serapan Nitrogen

Alelopati dan atau persaingan gulma teki menurunkan aktivitas enzim nitrat reduktase, serapan nitrogen dan kandungan protein kasar hijauan jagung. (Tabel 3). Alelopati menyebabkan penurunan permeabilitas membran sel dan aktivitas enzim yang keduanya mengakibatkan penurunan penyerapan unsur hara, dalam kajian ini unsur nitrogen. Penurunan serapan nitrogen merupakan

Tabel 3. Aktivitas Nitrat Reduktase, Serapan Nitrogen dan Kandungan Protein Kasar Hijauan Jagung akibat Alelopati dan atau Persaingan Gulma Teki

Alelopati	Nilai reduktase		Serapan nitrogen		Protein kasar	
	Aktivitas (U mol.NO <sub>2</sub> )	Penurunan (%)	Jumlah (g/tan.)	Penurunan (%)	Kadar (%)	Penurunan (%)
Kontrol	0,59a	--	1,48a	--	11,47a	--
Lindihan ubi	0,49b	16,95	1,54b	16,30	9,65b	15,87
Ekstrak ubi	0,47b	20,34	1,22c	33,70	7,63c	32,61
Persaingan dikendalikan	0,41c	30,51	1,12d	39,13	7,00c	38,97
Persaingan tidak dikendalikan	0,39d	33,90	1,00e	45,65	6,28c	45,25

Huruf superskrip berbeda pada kolom parameter yang sama menunjukkan perbedaan secara bermakna pada uji Duncan taraf 5%.

Tabel 4. Fotosintesis dan Produksi Hijauan Jagung akibat Alelopati dan atau Persaingan Gulma Teki

Alelopati	Fotosintesis		Bahan kering hijauan	
	Laju (mg CO <sub>2</sub> /dm <sup>2</sup> /jam)	Penurunan (%)	Jumlah (g/tan.)	Penurunan (%)
Kontrol	130,22a	--	46,92a	--
Lindihan ubi	111,21b	14,60	34,62b	26,21
Ekstrak ubi	73,88c	43,26	32,34c	31,07
Persaingan dikendalikan	56,45d	56,60	30,50d	35,50
Persaingan tidak dikendalikan	49,22e	62,20	26,70e	43,09

Huruf superskrip berbeda pada kolom parameter yang sama menunjukkan perbedaan secara bermakna pada uji Duncan taraf 5%.

cerminan penurunan aktivitas enzim nitrat reduktase. Menurut Bidwell (1979) bahwa enzim nitrat reduktase banyak dikaji secara intensif karena aktivitasnya berhubungan dengan penyerapan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> sebagai sumber nitrogen utama yang berkaitan dengan sintesis protein. Teki yang ditanam bersama jagung menyebabkan alelopati dan persingan sehingga menimbulkan gangguan dan hambatan lebih besar dibanding hanya alelopati. Persaingan teki, terutama yang berkaitan dengan penyerapan unsur hara dan air serta ruang tumbuh, dalam kajian penelitian ini menyebabkan rendahnya penyerapan unsur nitrogen. Akibat persaingan, penyerapan nitrogen larutan tanah yang merupakan substrat enzim nitrat reduktase berkurang sehingga aktivitas nitrat reduktase menjadi rendah. Rendahnya unsur nitrogen terserap merupakan cerminan rendahnya aktivitas nitrat reduktase dan akan mencerminkan rendahnya kandungan protein kasar hijauan.

### Fotosintesis

Alelopati dan persaingan teki menurunkan fotosintesis, laju pertumbuhan relatif dan produksi hijauan (Tabel 4). Alelopati menyebabkan rendahnya penyerapan nitrogen dan kandungan protein (Tabel 3) menyebabkan rendahnya kandungan klorofil daun (Tabel 2) yang selanjutnya menurunkan kemampuan fotosintesis. Menurut Streibig *et al.* (2002), bahwa fenol yang merupakan hasil lindihan, ekstrak atau eksudasi teki menurunkan kandungan klorofil daun, menghambat transport elektron, transfer energi dan penerimaan elektron sehingga menyebabkan hambatan reaksi-reaksi fotosintesis. Kemampuan fotosintesis yang menurun akan diikuti penurunan laju pertumbuhan relatif yang mencerminkan laju akumulasi bahan kering tanaman sehingga akan terlihat pada penurunan produksi bahan kering

hijauan. Hambatan penyerapan unsur lain seperti Mn dan Cl mengakibatkan hambatan reaksi fotolisis air dalam proses fotosintesis sehingga menurunkan kemampuan fotosintesis dan laju akumulasi bahan kering yang diukur dengan produksi hijauan. Hambatan penyerapan air menyebabkan hambatan proses fotosintesis, karena air merupakan bahan baku fotosintesis. Hasil kajian Kristanto *et al.* (2003) menyebutkan bahwa alelopati teki dan juga alang-alang menurunkan laju pertumbuhan relatif dan produksi bahan kering berbagai tanaman gramineae dan legume.

### KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa alelopati dan atau persaingan gulma teki menurunkan prosentase perkecambahan, menghambat waktu kemunculan benih, menurunkan jumlah dan luas daun serta kandungan klorofil daun, menurunkan aktivitas enzim nitrat reduktase, serapan nitrogen dan kandungan protein kasar hijauan, fotosintesis dan produksi bahan kering hijauan jagung. Pengaruh persaingan dan alelopati secara bersama lebih besar dibanding alelopati. Pengaruh alelopati ekstrak lebih besar dibanding lindihan ubi teki. Pengendalian gulma teki menurunkan persaingan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Altier, M. A. and J. D. Dol. 1998. The potential of allelopathy as a tool for Management in crop field. PANS: 24 (4): 495-502.
- Bell, D. T. and D. E. Koepe. 1972. Non competitive effect of giant foxtail of the growth on corn. Agron. J. 64 : 2321-2325.

- Copland, L. O. 1976. Principles of Seed Science and Technology. Burgess Publ. Co. Minneapolis. Minnesota.
- Cornilius, C. R. and L. O. Hylton. 1969. Influence of temperature and leachate in germination of *Atriplex polycarpa*. Agron. J. 61: 209-211.
- Devlin, R. M. and F. H. Witham. 1983. Plant Physiology. 4<sup>th</sup>. Ed. Willard Grant Press. Boston.
- Fitter, A. H. and R. K. M. Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gomez, K. A. and A. A. Gomez. 1983. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2<sup>nd</sup>. Ed. John Willy and Sons. Singapore. p. 880.
- Guerrero. M. G. 1982. Assimilatory Nitrat Reduction. In Coombs. J and D. O. Hall. 1982. Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis. 1<sup>st</sup> Ed. Pergamon Press. Oxford. p. 171.
- Kristanto, B. A., B. Sukanto, Nuraini dan E. Y. Suyanti. 2003. Alelopati alang-alang (*Imperata cylindrical* L. Beauv.) dan teki (*Cyperus rotundus* L.) pada perkecambahan dan pertumbuhan berbagai tanaman gramineae dan legum. Jurnal Pastura 7 (2) : 48-54.
- Leegood, R. C., G. E. Edwards and D. A. Walker. Chloroplasts and Protoplasts. 1982. In : Coombs. J and D. O. Hall. 1982. Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis. 1<sup>st</sup> Ed. Pergamon Press. Oxford. p 171.
- Munandir, J. 1988. Persaingan Tanaman Budidaya dan Gulma. Rajawali Press, Jakarta..
- Radford, D. J. 1967. Growth analysis formulae their use and abuse. Crop Sci. 7: 171-175.
- Rice, E. L. 1984. Allelopathy, 2<sup>nd</sup>. Ed. Physiological Ecology. A Series of Monographs. Cext and Treties, Academic Press Inc. London.
- Risvi, S. J. H., H. Haque, V. K. Singh and V. Risvi. 1992. A discipline called allelopathy. In : Risvi, S. J. H. and V. Risvi. 1992. Allelopathy. Chapman and Hall Pub. Co. Ltd. Madras.
- Bidwell, R. G. S. 1979. Plant Physiology. 2<sup>nd</sup> Ed. Macmillan Publ. Co. Inc. New York. p. 726.
- Sastroutomo, S. S. 1990. Ekologi Gulma. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Seigler, D. S. 1996. Chemistry and mechanism of allelopathic interaction. Agron. J. 88 : 876-885.
- Streibig, J. C., M. Olofsdotter and Inderjit. 2002. Join action of phenolic acid mixtures and its significance in allelopathy research. Plant Physiol. 114 (3) : 422-428.