

## PENGGUNAAN SITOKININ UNTUK MENGATASI CEKAMAN KEKERINGAN SELAMA FASE REPRODUKTIF TANAMAN KEDELAI

### *Cytokinin Application to Overcome the Drought During Reproductive Stages of Soybean*

Oleh:

Teguh Widiatmoko, Tridjoko Agustono dan Khavid Faozi  
Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Alamat korespondensi: Khavid Faozi (khavidozi@yahoo.co.id)

#### **ABSTRAK**

Penelitian dilakukan untuk mengkaji efektifitas penggunaan sitokinin (kinetin) untuk menunda senesen daun tanaman kedelai yang mengalami kekeringan selama fase reproduktif dan pengaruhnya terhadap hasil tanaman. Percobaan dilakukan di rumah plastik Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto mulai bulan Januari 2006 sampai April 2006. Rancangan perlakuan adalah faktorial (3x4) yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Faktor pertama berupa kadar air tanah yang menggambarkan cekaman kekeringan selama fase reproduktif, yaitu kadar air tanah 100% kapasitas lapangan (KL-100%), kadar air tanah 75% kapasitas lapangan (KL-75%), dan kadar air tanah 50% kapasitas lapangan (KL-50%). Faktor kedua berupa tingkat konsentrasi zat pengatur tumbuh sitokinin (kinetin), yaitu konsentrasi 0, 20, 40 dan 60 ppm. Pengamatan yang dilakukan meliputi kandungan air nisbi daun, kandungan klorofil daun, kehijauan daun, kandungan protein daun, laju transpirasi tanaman, jumlah polong, persentase polong isi, jumlah biji, bobot biji per tanaman dan bobot 100 biji. Hasil penelitian menunjukkan cekaman kekeringan selama fase reproduktif tanaman kedelai secara umum menurunkan karakter fisiologi dan hasil tanaman kedelai. Kinetin efektif menunda senesen daun ditinjau dari kandungan klorofil dan protein daun. Penundaan senesen daun pada tanaman kedelai yang mengalami kekeringan selama fase reproduktif ternyata justru berdampak negatif terhadap pertumbuhan organ reproduktif.

Kata kunci: kinetin, kekeringan, senesen, kedelai

#### **ABSTRACT**

*The research was designed to study cytokinin application to overcome the drought during reproductive stages of soybean. It was done in the plastic house Faculty of Agriculture, Jenderal Soedirman University, located in Purwokerto, Central Java from January 2006 up to April 2006. The experiment was a (3x4) factorial arranged in Completely Randomized Design (CRD) with three replications. The first factor was soil water content showing the level of drought, i.e. soil water content 100% field capacity, soil water content 75% field capacity, and soil water content 50% field capacity. The second factor was the concentration of cytokinin (kinetin) i.e. 0, 20, 40 and 60 ppm. The observations were done on relative water content of the leaves, chlorophyll and protein content of the leaves, the level of leaves greenness, transpiration rate, number of pods and seeds, weight of seeds per plant and weight of 100 seeds. The result showed that the drought during reproductive stages reduced on all physiological character and seed yield of soybean. Kinetin was effective to delay leaf senescence that observe on chlorophyll and protein content of leaves. Delaying leaf senescence during the drought at reproductive stages of soybean exactly influenced negatively on the growth of reproductive organs.*

*Key words: kinetin, drought, senescence, soybean*

#### **PENDAHULUAN**

Salah satu usaha meningkatkan produksi kedelai antara lain dengan meningkatkan intensitas tanam di lahan kering atau memanfaatkan lahan sawah setelah tanam padi. Namun sebagian besar

lahan kering yang ada memiliki kendala utama yaitu terbatasnya ketersediaan air, karena hanya mengandalkan air hujan. Hal yang sama dijumpai pada lahan sawah tadah hujan, sehingga penentuan waktu tanam kedelai yang tidak tepat juga dapat

menyebabkan tanaman mengalami cekaman kekeringan pada sebagian fase pertumbuhannya.

Pertumbuhan reproduktif pada tanaman kedelai sangat peka terhadap cekaman kekeringan. Sudarsono dan Widoretno (2003), melaporkan bahwa cekaman kekeringan pada tahapan reproduktif menurunkan jumlah polong, bobot kering polong dan biji mencapai lebih dari 50% pada genotipe kedelai yang peka terhadap cekaman kekeringan. Penurunan hasil biji terjadi karena periode pengisian biji lebih singkat, kematangan lebih cepat serta senesen daun terjadi lebih awal.

Berdasarkan pada penurunan hasil biji kedelai akibat cekaman kekeringan pada tahapan reproduktif, maka perlu dicari upaya mengatasinya terutama yang dapat menunda senesen daun dan mengurangi rontoknya bunga dan polong. Salah satunya dengan penggunaan sitokinin yang disemprotkan melalui daun mengingat sitokinin telah banyak dikenal dapat meningkatkan kadar klorofil (Biswas and Mondal, 1986; Clarke *et al.*, 1994) dan memperlambat senesen daun (Waeber, 1972; Leopold and Kriedemann, 1975; Krishnamoorthy, 1981; Wilkins, 1984; Caldiz, 1996).

Penggunaan sitokinin eksogen melalui daun untuk meningkatkan pertumbuhan luas daun dan menunda

senesen daun telah berhasil meningkatkan hasil benih umbi pada tanaman kentang (Caldiz, 1996) dan meningkatkan hasil biji pada tanaman bunga matahari (Beltrano *et al.*, 1994).

Berdasarkan peranannya dalam menunda senesen daun maka penggunaan sitokinin ini diharapkan dapat mengatasi kendala cekaman kekeringan pada tanaman kedelai yang terjadi selama fase pertumbuhan reproduktif, yaitu dengan meningkatkan status klorofil dan protein daun serta mempertahankannya selama proses pembentukan biji.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas penggunaan sitokinin (kinetin) untuk menunda senesen daun tanaman kedelai yang mengalami kekeringan selama fase reproduktif dan pengaruhnya terhadap hasil tanaman.

## **METODE PENELITIAN**

Percobaan dilakukan di rumah plastik Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto mulai bulan Januari 2006 sampai April 2006. Rancangan perlakuan adalah faktorial (3x4) yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Faktor pertama berupa kadar air tanah yang menggambarkan cekaman kekeringan selama fase reproduktif, yaitu kadar air tanah 100% kapasitas lapangan (KL-100%), kadar air tanah 75% kapasitas

lapangan (KL-75%), dan kadar air tanah 50% kapasitas lapangan (KL-50%). Faktor kedua berupa tingkat konsentrasi zat pengatur tumbuh sitokinin (kinetin), yaitu konsentrasi 0, 20, 40 dan 60 ppm. Kombinasi perlakuan sebanyak 12 perlakuan dan diulang tiga kali sehingga diperoleh 36 unit percobaan.

Benih kedelai varietas Burangrang ditanam dalam polibag dan dipelihara secara optimum sampai dengan berbunga, untuk selanjutnya diberi perlakuan kadar air tanah dan kinetin. Perlakuan kekeringan ditentukan secara gravimetri, sedangkan kinetin diberikan secara disemprotkan melalui daun. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman umur 8 minggu (pengisian polong) yaitu meliputi kandungan air nisbi (KAN) daun (Akunda *and* Kumar, 1981), kandungan klorofil daun menggunakan metode spektrofotometer (Ross, 1974), kehijauan daun menggunakan klorofilmeter SPAD 502, kandungan protein daun berdasarkan kandungan N total menggunakan metode destruksi basah mikro-kjeldahl (Yuwono, 2003). Laju transpirasi tanaman ditentukan secara gravimetri. Jumlah polong dihitung saat fase pembentukan polong. Persentase polong isi dan jumlah biji dihitung setelah polong dikeringkan dan dikupas. Bobot biji per tanaman dan bobot 100 biji ditentukan setelah biji dikeringkan sampai kadar air 11%.

Data hasil pengamatan dianalisis dengan uji F untuk mengetahui keragamannya dan apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan DMRT pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan kadar air tanah berpengaruh terhadap semua variabel yang diamati. Kinetin yang diberikan pada berbagai tingkat konsentrasi berpengaruh terhadap kandungan klorofil, protein daun dan jumlah polong, kecuali KAN daun, kehijauan daun dan bobot biji per tanaman. Ada pengaruh interaksi kadar air tanah dan kinetin terhadap laju transpirasi, jumlah biji dan bobot 100 biji kedelai.

### Fisiologi Tanaman

Kandungan air nisbi (KAN) daun, kandungan klorofil a dan b, kehijauan daun dan kandungan protein daun lebih kecil pada perlakuan kadar tanah 50% kapasitas lapangan (Tabel 1), menunjukkan senesen daun terjadi lebih cepat dibandingkan dengan tanaman yang mendapatkan cukup air (KL-100%).

Senesen daun salah satunya ditandai oleh terdegradasinya senyawa klorofil dan protein daun (Biswas *and* Mondal, 1986), dan peristiwa ini akan semakin dipercepat apabila tanaman mengalami cekaman kekurangan air (Yang *et al.*, 2002). Adanya cekaman kekeringan maka jumlah

air yang dapat diserap tanaman berkurang, sehingga turgor sel tanaman menurun selanjutnya akan diikuti oleh menurunnya nilai KAN daun. Turgor sel tanaman yang rendah maka metabolisme sel dapat terganggu dan menjadi tidak normal, termasuk diantaranya menyebabkan degradasi senyawa protein juga klorofil daun menjadi lebih cepat.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa kinetin sampai dengan konsentrasi 60 ppm meningkatkan kandungan klorofil daun, dengan peningkatan paling tinggi pada konsentrasi 40 ppm. Salah satu peranan sitokinin (kinetin) ialah dalam hal sintesis protein (Gardner *et al.*, 1991) yaitu dengan mengarahkan asam amino pada saat translasi (Gunning and Barkeley, 1963 dalam Fox, 1969).

Laju degradasi klorofil yang menggambarkan proses senesen daun secara nyata memang dapat dipertahankan dengan pemberian kinetin yang berarti senesen daun terjadi lebih lambat. Kinetin berperan dalam menunda senesen daun yaitu dengan menghambat perombakan butir-butir klorofil dan protein daun (Wattimena, 1987).

Status klorofil dan protein daun meningkat dengan pemberian kinetin yang berarti senesen tanaman dapat diperlambat, akan tetapi nampaknya pengaruh kinetin ini tidak mampu mengurangi pengaruh negatif penurunan kadar air tanah yang ternyata lebih dominan.

Laju transpirasi tanaman dipengaruhi oleh interaksi perlakuan kadar air tanah dan konsentrasi kinetin, dan secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. KAN daun, klorofil a dan klorofil b, kehijauan daun dan protein daun tanaman kedelai pada perlakuan kadar air tanah dan konsentrasi kinetin

Perlakuan	KAN daun (%)	Klorofil a (mg/g)	Klorofil b (mg/g)	Kehijauan daun	Protein daun (%)
Kadar air tanah					
KL-100%	80,68 a	17,99 a	13,06 a	36,48 a	26,85 a
KL-75%	78,00 a	17,80 a	12,56 b	35,96 b	25,24 b
KL-50%	74,58 b	17,36 b	11,23 c	33,20 c	20,34 c
Konsentrasi kinetin					
0 ppm	78,99 p	17,59 q	11,81 r	35,03 p	23,76 q
20 ppm	77,81 p	17,64 q	12,25 q	35,16 p	23,86 q
40 ppm	77,61 p	17,91 p	12,82 p	35,39 p	24,67 p
60 ppm	76,60 p	17,72 p	12,26 q	35,28 p	24,29 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
KK (%)	4,16	1,26	2,95	1,31	2,88

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%; tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan.

Tabel 2. Pengaruh interaksi kadar air tanah dan konsentrasi kinetin terhadap laju transpirasi tanaman ( $\text{g/dm}^2/\text{hari}$ )

Konsentrasi kinetin (ppm)	Kadar air tanah			Rerata
	(KL-100%)	(KL-75%)	(KL-50%)	
0	7,99 b	7,93 b	5,94 d	7,28
20	8,62 a	6,38 c	6,27 d	7,09
40	8,46 a	7,80 b	5,48 e	7,24
60	7,46 b	7,63 b	5,65 e	6,91
Rerata	8,13	7,43	5,83	(+)

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%; tanda (+) menunjukkan ada interaksi antara kedua faktor perlakuan.

Meningkatnya konsentrasi kinetin secara nyata meningkatkan laju transpirasi tanaman pada kondisi tingkat kadar air tanah 100% dan 75% kapasitas lapangan. Perlakuan kadar air tanah 50% kapasitas lapangan akan menurunkan laju transpirasi, dan akan semakin menurun dengan pemberian kinetin pada konsentrasi yang tinggi dibandingkan dengan yang tanpa kinetin. Pemberian sitokinin eksogen ditunjukkan dengan meningkatnya laju transpirasi pada organ daun (Bengston *et al.*, 1979 dalam Hare *et al.*, 1997), dan tentunya ini berkaitan dengan peranan sitokinin dalam mempengaruhi pembukaan stomata, yang juga dikendalikan oleh kandungan ABA. Kinetin yang disemprotkan melalui daun pada beberapa tingkat konsentrasi diduga mempengaruhi keseimbangan hormon antara sitokinin dan ABA sehingga menyebabkan terjadinya pengaruh interaksi antara perlakuan kadar air tanah dengan konsentrasi kinetin.

### Hasil Tanaman

Penurunan kadar air tanah menjadi 75% dan 50% kapasitas lapangan secara nyata menurunkan jumlah polong sebesar 12,99% dan 39,71%; dan bobot biji per tanaman sebesar 17,82% dan 48,71%. Persentase polong isi relatif tidak berbeda dengan menurunnya kadar air tanah sampai 75% kapasitas lapangan, tetapi penurunan kadar air tanah sampai dengan 50% kapasitas lapangan nyata mengurangi persentase polong isi sebesar 1,54 % (Tabel 3).

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat juga bahwa pada konsentrasi 20 ppm dan 40 ppm yang efektif meningkatkan status klorofil dan protein daun ternyata membatasi pembentukan polong tanaman kedelai. Adapun bobot biji per tanaman pada perlakuan konsentrasi pemberian kinetin menunjukkan sama, bahkan sedikit menurun dibandingkan dengan yang tanpa kinetin.

Tabel 3. Jumlah polong dan bobot biji kedelai pada perlakuan kadar air tanah dan konsentrasi kinetin

Perlakuan	Jumlah polong	% Polong isi	Bobot biji (g)
Kadar air tanah			
KL-100 %	48,96 a	98,67 a	22,89 a
KL-75%	42,60 b	98,69 a	18,81 b
KL-50 %	29,52 c	97,15 b	11,74 c
Konsentrasi kinetin			
0 ppm	40,56 pq	98,36 p	18,22 p
20 ppm	40,11 q	98,19 p	17,58 p
40 ppm	38,86 r	97,94 p	17,72 p
60 ppm	41,92 p	98,17 p	17,75 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)
KK (%)	4,68	1,05	3,33

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan perlakuan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%; tanda (-) menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor perlakuan.

Kinetin ternyata hanya efektif menunda senesen tanaman, yaitu dengan mempertahankan pertumbuhan bagian vegetatif saja namun tidak meningkatkan pertumbuhan reproduktif tanaman. Keberadaan daun yang dipertahankan tetap hijau membutuhkan asimilat yang lebih banyak untuk respirasi, sehingga mengurangi translokasinya ke bagian biji. Kondisi ini boleh jadi justru berdampak buruk terhadap hasil biji tanaman kedelai, terutama untuk tanaman yang mengalami cekaman kekeringan.

Pengaruh interaksi antara perlakuan konsentrasi kinetin dan kadar air tanah terhadap variabel jumlah biji dan bobot 100 biji kedelai secara lengkap disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Jumlah biji secara umum akan menurun dengan adanya cekaman kekeringan selama fase reproduktif, akan tetapi adanya pemberian kinetin dengan tingkat konsentrasi yang berbeda maka respon tanaman terhadap penurunan jumlah biji terlihat beragam. Meningkatnya konsentrasi kinetin akan menambah jumlah biji pada kondisi cukup air (KL-100%).

Respon yang justru sebaliknya pada tanaman yang mengalami kekurangan air, yaitu pemberian kinetin cenderung mengurangi jumlah biji seperti terjadi pada perlakuan kadar air tanah 75 dan 50% kapasitas lapangan dengan konsentrasi kinetin 20 ppm dan 40 ppm, juga dengan konsentrasi kinetin 60 ppm pada kadar air tanah 50% kapasitas lapangan.

Tabel 4. Pengaruh interaksi perlakuan kadar air tanah dan konsentrasi kinetin terhadap jumlah biji kedelai

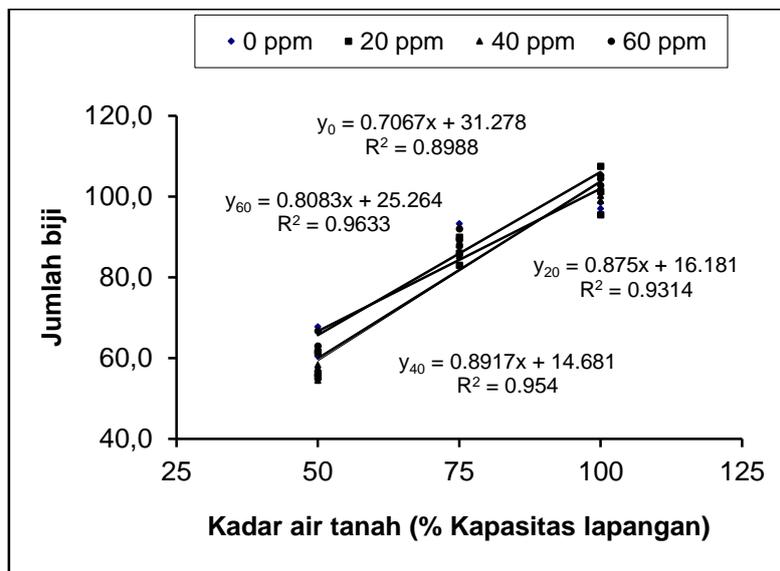
Konsentrasi kinetin (ppm)	Kadar air tanah			Rerata
	(KL-100%)	(KL-75%)	(KL-50%)	
0	99,00 b	90,17 c	63,67 e	84,28
20	101,42 b	86,33 d	57,67 g	81,81
40	100,33 b	86,58 d	56,75 g	81,22
60	104,17 a	89,42 c	60,42 f	84,67
Rerata	101,23	88,13	59,63	(+)

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%; tanda (+) menunjukkan ada interaksi antara kedua faktor perlakuan.

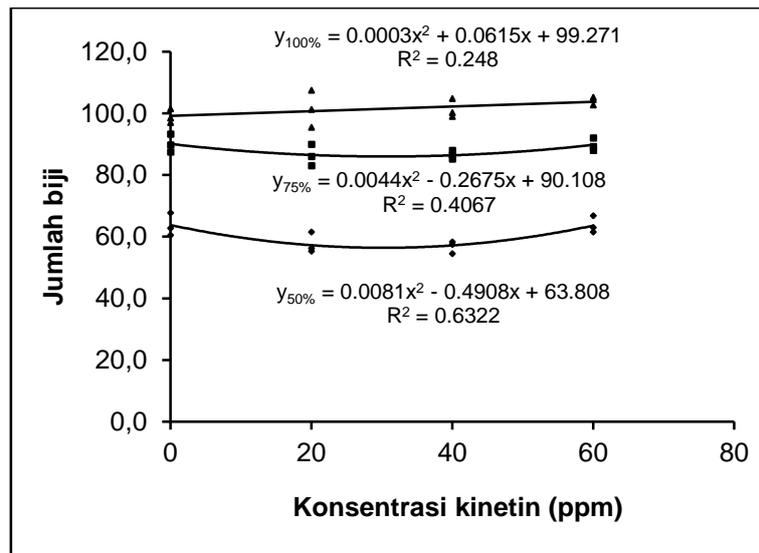
Tabel 5. Pengaruh interaksi perlakuan kadar air tanah dan konsentrasi kinetin terhadap bobot 100 biji kedelai (g)

Konsentrasi kinetin (ppm)	Kadar air tanah			Rerata
	(KL-100%)	(KL-75%)	(KL-50%)	
0	24,64 a	23,25 c	19,63 g	22,51
20	24,68 a	23,37 bc	21,81 e	23,29
40	25,01 a	23,98 b	22,70 d	23,89
60	24,49 a	23,34 bc	20,31 f	22,71
Rerata	24,70	23,48	21,11	(+)

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%; tanda (+) menunjukkan ada interaksi antara kedua faktor perlakuan.



Gambar 1. Pengaruh interaksi perlakuan kadar air tanah dan konsentrasi kinetin terhadap jumlah biji kedelai.



Gambar 2. Pengaruh interaksi perlakuan konsentrasi kinetin dan kadar air tanah terhadap jumlah biji kedelai.

Jumlah biji akan semakin berkurang dengan adanya pemberian kinetin, masing-masing pada konsentrasi 20 ppm sebesar 14,87 dan 50,68%, pada konsentrasi 40 ppm sebesar 13,70 dan 50,34%, dan pada konsentrasi 60 ppm jumlah biji berkurang sebesar 14,16 dan 48,93% dengan menurunnya kadar air tanah menjadi 75 dan 50% kapasitas lapangan.

Bobot 100 biji kedelai relatif sama pada kondisi cukup air (KL-100%). Bobot 100 biji kedelai paling tinggi dengan perlakuan konsentrasi kinetin 40 ppm pada kondisi kadar air tanah 75% dan 50% kapasitas lapangan yaitu sebesar 23,98 dan 22,70 g. Perlakuan kinetin konsentrasi 20 ppm sampai 60 ppm secara nyata meningkatkan bobot 100 biji kedelai dibandingkan dengan yang tanpa kinetin pada kondisi kadar air tanah 75% dan 50% kapasitas lapangan.

Cekaman kekeringan yang terjadi selama fase reproduktif tanaman kedelai secara nyata menurunkan bobot 100 biji kedelai, dengan tingkat penurunan yang tergantung taraf konsentrasi pemberian kinetin. Bobot 100 biji kedelai relatif masih lebih besar dengan pemberian kinetin pada kondisi kadar air tanah 50% kapasitas lapangan dibandingkan dengan yang tanpa kinetin.

Pola respon tanaman cenderung bersifat linier terhadap penurunan kadar air tanah, dan pada perlakuan tanpa kinetin tingkat penurunannya semakin tajam. Jumlah biji kedelai memang relatif lebih tinggi pada perlakuan kadar air tanah 50% kapasitas lapangan dan tanpa kinetin, tetapi berdasarkan bobot bijinya yang secara umum relatif sama, maka ukuran bijinya menjadi lebih kecil diperlihatkan oleh variabel bobot 100 biji.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Cekaman kekeringan selama fase reproduktif tanaman kedelai secara umum menurunkan karakter fisiologi dan hasil tanaman kedelai. Kinetin efektif menunda senesen daun ditinjau dari kandungan klorofil dan protein daun. Penundaan senesen daun pada tanaman kedelai yang mengalami kekeringan selama fase reproduktif ternyata justru berdampak negatif terhadap pertumbuhan organ reproduktif.

### Saran

Sitokinin (kinetin) yang disemprotkan melalui daun pada berbagai taraf konsentrasi secara umum mampu menunda senesen tanaman, tetapi tidak mampu memperbaiki pertumbuhan dan hasil yang disebabkan oleh adanya kekeringan selama fase reproduktif. Perlu dicoba penggunaan sitokinin yang dikombinasikan dengan zat pengatur tumbuh lain seperti auksin atau giberelin.

## DAFTAR PUSTAKA

Akunda, E.M.W and D. Kumar. 1981. A simple technique for timing irrigation in coffee using cobalt chloride paper disk. *Irrig. Sci.* 3: 57-62.

Beltrano, J., D. O. Caldiz, R. Barreyro, G. S. Vallduri and R. Besus. 1994. Effect of foliar applied gibberelic acid and benzyladenin upon yield component in sunflower (*Helianthus*

*annus* L.). *Plant Growth Regulation* 15: 101-106.

Biswas, A.K and S.K Mondal. 1986. Regulation by kinetin and abscisic of correlative senescence in relation in grain maturation, source and sink relationship and yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Growth Regulation* 4: 239- 245.

Caldiz, D. O. 1996. Seed potato (*Solanum tuberosum* L.) yield and tuber number increase after foliar application of cytokinins and gibberelic acid under field and glasshouse conditions. *Plant Growth Regulation* 20: 185-188.

Clarke, S.F., P. E. Jameson and C. Down. 1994. The influence of 6-benzylaminopurin on post harvest senescence of floral tissue of broccoli (*Brassica oleraceae* var. Italica). *Plant Growth Regulation* 14: 21-27.

Fox, J.E. 1969. Sitokinin, pp. 97-234. Dalam Wilkins, M.B. (Eds). Fisiologi tanaman, Jilid 1. Alih bahasa oleh Mul Mulyani Sutedjo dan A.G. Kartasapoetra. PT. Bina Aksara, Jakarta.

Gardner, F.P., R.B. Pearce dan Roger L. Mitchell. 1991. *Fisiologi tanaman budidaya*. Penerjemah Herawati Susilo. UI Press, Jakarta. 428p.

Hare, P.D., W.A. Cress and J.V. Staden. 1997. The involvement of cytokinins in plant responses to environment stress. *Plant Growth Regulation* 23: 79-103.

Krishnamoorthy, H.N. 1981. *Plant growth substances including applications in agriculture*. Tata McGraw-Hil Pub. Co. Ltd. New Delhi. 214p.

Leopold, A.C and P.E Kriedemann. 1975. *Plant growth and development*. McGraw-Hil Pub. Co. Ltd. New Delhi. 545p.

- Pospíšilová, J., H. Synková and J. Rulcová. 2000. Cytokinins and water stress. Minireview. *Biologia Plantarum* 43 (3): 321 – 328, 2000.
- Ross, C.W. 1974. *Plant physiology laboratory manual*. Wadsworth Publishing, Belmont, California. 200p.
- Sudarsono dan W. Widoretno. 2003. Pengaruh cekaman kekeringan pada fase pertumbuhan generatif terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai yang berbeda toleransinya terhadap stres. *Jurnal Penelitian Pertanian*, 2003. Vol. 22, No. 2: 109-119.
- Wattimena, G.A. 1987. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman. PAU Bioteknologi IPB, Bogor. 247p.
- Weaver, R.J. 1972. *Plant Growth Substances in Agriculture*. W.H Freeman and Co. Sanfransisco. 954p.
- Wilkins, M.B. 1984. *Advanced Plant Physiology*. Pitman Pub. Ltd. London. 514p.
- Yang, J., J. Zhang, L. Liu, Z. Wang and Q. Zhu. 2002. Carbon Remobilization and Grain Filling in Japonica/ Indica Hybrid Rice Subjected to Postanthesis Water Deficits. *Agron J* 94: 102-109.
- Yuwono, N.W. 2003. *Panduan Analisis kimia tanah I*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta. 41p.