

**PENGARUH KUMULATIF CEKAMAN GANDA INTERFERENSI
TEKI (*Cyperus rotundus* L.) DAN KEKERINGAN PADA
PENURUNAN KANDUNGAN PIGMEN FOTOSINTETIK DAUN
KEDELAI [*Glycine max* (L.) Merr.] cv. GROBOGAN**

ORAL

Sri Darmanti

Departemen Biologi

Fakultas Sain dan Matematika Universitas Diponegoro

e-mail: darmantisri@yahoo.co.id

ABSTRAK

*Pada umumnya kedelai di tanam pada akhir musim penghujan, sehingga pengelolaan gulma yang tidak sempurna berpotensi menyebabkan terjadinya cekaman ganda berupa interferensi gulma (biotik) dan kekeringan (abiotik). Dengan adanya sentralisasi respon terhadap berbagai cekaman lingkungan, respon tumbuhan terhadap cekaman ganda dapat berbeda dengan respon terhadap cekaman tunggalnya. Cekaman ganda dapat meningkatkan (cross synergism) atau menurunkan (cross adaptation) pengaruh negatif masing masing cekaman tunggalnya, sehingga cekaman ganda harus dilihat sebagai cekaman baru yang berbeda dengan cekaman tunggalnya. Interferensi gulma mencakup faktor kompetisi terhadap faktor tumbuh dan alelopati. Kompetisi terhadap air meningkatkan cekaman kekeringan, sedangkan sintesis dan akumulasi alelokimia distimulasi oleh kompetisi dan cekaman kekeringan. Alelokimia pada umumnya menghambat aktivitas Mg-chelatase dan meningkatkan aktivitas clorophylase dan Mg-dechelatase yang berperan pada sintesis dan degradasi klorofil. Penelitian bertujuan mengkaji pengaruh kumulatif cekaman ganda interferensi teki (*Cyperus rotundus* L.) dan kekeringan terhadap kandungan pigmen fotosintetik daun kedelai [*Glycine max* (L.) Merr. cv. Grobogan]. Penelitian menggunakan metode eksperimen rancangan acak lengkap dua faktor (3 x 3), yaitu tingkat interferensi teki (kontrol, tiga teki, enam teki) dan tingkat cekaman kekeringan (kontrol, ringan, berat). Penentuan nilai pengaruh kumulatif berdasarkan rumus Alexsieva et al. (2003). Hasil penelitian menunjukkan pengaruh kumulatif cekaman ganda interferensi teki dan kekeringan dalam menurunkan kandungan klorofil a, klorofil b dan karotenoid daun kedelai cv. Grobogan bersifat cross synergism.*

Kata kunci: alelokimia, alelopati, cross simergism, cross adaptation, klorofil, karotenoid

PENDAHULUAN

Pada kondisi alami, tumbuhan terterpapar pada kondisi beberapa cekaman lingkungan yang terjadi secara bersamaan. Respon tumbuhan terhadap cekaman ganda berbeda dengan responnya terhadap masing masing cekaman secara tunggal. Hal tersebut disebabkan adanya sentralisasi respon terhadap berbagai cekaman lingkungan, sehingga cekamann ganda harus dilihat sebagai cekaman baru yang berbeda dengan masing masing cekaman tunggalnya (Lehman & Blum, 1999; Akinson & Urwin, 2012). Persen pengaruh kumulatif cekaman ganda adalah

korelasi antara perubahan yang disebabkan oleh cekaman ganda dengan perubahan yang disebabkan oleh cekaman tunggal yang menyebabkan perubahan paling besar pada tingkat perlakuan yang sama terhadap parameter yang diukur. Nilai persen pengaruh cekaman ganda lebih dari 100 % (*cross synergism*) terjadi jika salah satu cekaman berpengaruh meningkatkan kepekaan tanaman terhadap cekaman yang lain, sedangkan bila kurang dari 100 % (*cross adaptation*) terjadi jika salah satu cekaman berpengaruh menurunkan kepekaan tanaman terhadap cekaman yang lain, (Alexieva *et al.*, 2003).

Produksi kedelai secara nasional masih rendah. Pada tahun 2011 baru mencapai 37,85% dari rata-rata kebutuhan nasional per tahun, bahkan pada tahun 2012 turun menjadi 34,05% (Anonim, 2013). Kendala biotik dan abiotik utama untuk meningkatkan produksi kedelai di antaranya adalah penyiangan gulma yang tidak sempurna yang menyebabkan persaingan berat antara tanaman kedelai dengan gulma dan rendahnya tingkat ketersediaan air tanah (Partohardjono, 2005; Atman, 2006; Anonim, 2009). Gulma adalah tumbuhan yang tumbuh pada tempat yang tidak dikehendaki (Kohli *et al.*, 2006). Pengaruh merugikan gulma terhadap tanaman budidaya secara langsung melalui faktor kompetisi terhadap faktor tumbuh dan alelopati, kedua faktor tersebut sulit dipisahkan dan disebut sebagai interferensi. Kompetisi terhadap air meningkatkan cekaman kekeringan, sedangkan sintesis dan akumulasi alelokimia distimulasi oleh kompetisi dan cekaman kekeringan (Qasem & Foy, 2001; Morvillo *et al.*, 2011).

Alelopati merupakan mekanisme interaksi antar tumbuhan melalui metabolit sekunder yang disebut alelokimia, yang berguna untuk adaptasi tumbuhan terhadap perubahan lingkungan. Pada umumnya alelokimia dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman disekitarnya (Edreva *et al.*, 2008). Fenol merupakan senyawa utama yang berperan sebagai alelokimia dan dihasilkan tumbuhan dalam jumlah berlimpah (Narwal & Sampietro, 2009). Menurut Zhou & Yu (2006), alelokimia dapat menurunkan akumulasi klorofil dengan tiga kemungkinan yaitu dengan menghambat sintesis, menstimulasi degradasi atau keduanya. Alelokimia pada umumnya menyebabkan peningkatan aktivitas enzim *chlorophyllase* dan *Mg-dechelatase* yang berperan pada jalur degradasi klorofil dan menurunkan aktivitas enzim *Mg-chelatase* yang berperan sebagai biokatalisator pada pembentukan klorofil (Yang *et al.*, 2002 & 2004).

Karotenoid mempunyai peran ganda dalam metabolisme tumbuhan yaitu sebagai pigmen asesori yang berperan pada fotosintesis dan sebagai antioksidan yang melindungi fotosistem dengan kemampuannya mendetoksifikasi berbagai bentuk radikal bebas yang muncul akibat adanya cekaman terutama oksigen tunggal (1O_2) (Karuppanapandian *et al.*, 2011).

Dari latar belakang diatas maka dikaji pengaruh kumulatif cekaman ganda interferensi teki (*Cyperus rotundus* L.) dan kekeringan terhadap kandungan pigmen fotosintetik daun kedelai [*Glycine max* (L.) Merr. cv. Grobogan].

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat penelitian

Benih kedelai [*Glycine max* (L.) Merr. Cv. Grobogan] diperoleh dari Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian (BALITKABI) Malang Jawa Timur. Umbi teki (*Cyperus rotundus* L.) diperoleh dari persawahan di kecamatan Tinjomoyo, Semarang. Alat utama yang digunakan adalah Spektrofotometer UV.

Disain penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap dua faktor (3 X 3), yaitu cekaman kekeringan K_0 : kontrol (FTSW 1), K_1 : ringan (FTSW 0,5) dan K_2 : berat (FTSW 0,25) dan interferensi teki, yaitu T_0 : 0 (0 teki, T_1 = tiga teki dan T_3 : enam teki, tiap unit perlakuan dengan 5 ulangan.

Cara kerja

- Penanaman dan perlakuan

Benih kedelai diseleksi, dipilih yang mempunyai ukuran seragam. Umbi teki dipilih yang mempunyai berat seragam, disemaikan dan dipilih yang mempunyai 1 mata tunas. Penanaman kedelai dan teki dilakukan pada waktu bersamaan di dalam pot plastik diameter 25 cm, tiap pot berisi 3 kg media tanam berupa tanah latosol dan diberi pupuk dasar 1gr TSP, 0,5gr KCL dan 0,3gr urea. Tiap pot ditanami satu kedelai dan teki dengan jumlah sesuai perlakuan. Perlakuan cekaman kekeringan dimulai 2 minggu setelah tanam dan diakhiri setelah 3 minggu perlakuan.

Perlakuan cekaman kekeringan ditentukan berdasarkan nilai *The fraction of transpirable soil water* (FTSW) (Haineman *et al.* 2011; Darmanti *et al.*, 2016). Diperoleh berat pot beserta tanaman pada K_0 : 4,2 kg, K_1 : 3,8 kg dan K_2 : 3,6 kg. Penyiraman dilakukan setiap hari, jumlah air yang disiramkan ditentukan dengan menimbang pot beserta isinya sampai berat sama dengan berat seperti perlakuan.

- Penentuan Kandungan Pigmen fotosintetik

Penentuan kandungan pigmen fotosintetik menggunakan metode spektrofotometri mengikuti protokol Wang *et al.* (2008) dengan modifikasi. 0,5 g daun di rendam dalam 10 ml dimethyl sulfoxide selama 48 jam dalam gelap dan suhu ruang. Absorbansi klorofil a diukur dengan spektrofotometer pada λ 665 nm, klorofil b pada λ 649 nm dan karotenoid pada λ 480 nm. Perhitungan kandungan pigmen ($\mu\text{g/ml}$) menurut Wellburn (1994) :

$$\text{Kl a} = 12,19 (\text{A}_{665}) - 3,46 (\text{A}_{649}) \dots\dots\dots 1$$

$$\text{Kl b} = 21,99 (\text{A}_{665}) - 5,32 (\text{A}_{649}) \dots\dots\dots 2$$

$$\text{Kar} = (1000\text{A}_{480} - 2,14 \text{kl a} - 70,16 \text{kl b}) \dots\dots\dots 3$$

- Penentuan persen (%) pengaruh kumulatif cekaman ganda

Penentuan persen pengaruh kumulatif cekaman ganda dengan rumus Alexieva *et al.* (2003) sebagai berikut:

$$PK = \frac{(A+B)}{B} \times 100 \dots\dots\dots 4$$

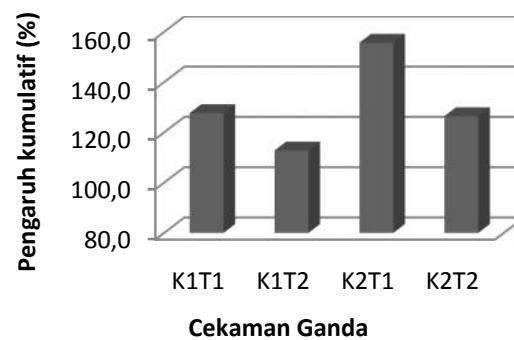
Keterangan :

- a. PK : % pengaruh kumulatif cekaman ganda .
- b. A : perubahan yang disebabkan oleh cekaman A .
- c. B : perubahan yang disebabkan oleh cekaman B (cekaman yang menyebabkan perubahan lebih besar dibanding cekaman A)
- d. (A + B) : perubahan yang disebabkan oleh cekaman ganda A dan B.
- e. PK < 100% : *cross adaptation*
- f. PK > 100% : *cross synergism*

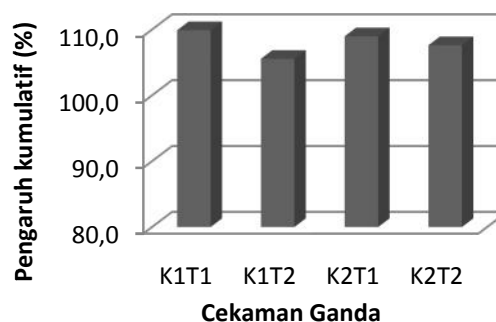
HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilaporkan oleh Darmanti *dkk.*, (2013), bahwa cekaman ganda interferensi teki dan kekeringan berpengaruh menurunkan kandungan klorofil a, klorofil b dan karotenoid daun kedelai cv. Grobogan. Pada kondisi kompetisi, potensi alelopatik akan meningkat, disebabkan oleh terjadinya peningkatan biosintesis metabolit sekunder alelopatik sehingga pengaruh alelokimia pada tanaman target juga meningkat (Gawronska & Golisz, 2006). Menurut Zhou and Yu (2006), alelokimia dapat menurunkan akumulasi klorofil dengan tiga kemungkinan yaitu menghambat sintesis, menstimulasi degradasi atau keduanya. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Yang *et al.* (2002) bahwa *Mg-chelatase* merupakan target utama alelokimia, enzim *Mg-chelatase* ini berperan sebagai biokatalisator pada proses perubahan protoporphyrin IX menjadi Mg-protoporphyrin IX. Protoporphyrin IX merupakan prekursor pada pembentukan klorofil. Pada penelitian lain, Yang *et al.*, (2004) juga menunjukkan bahwa alelokimia juga meningkatkan aktivitas enzim *chlorophyllase* dan *Mg-dechelatase* yang berperan pada jalur degradasi klorofil. Penurunan kandungan karotenoid akibat cekaman juga dilaporkan oleh Parida *et al.*, (2007) terjadi pada tanaman kapas (*Gossypium hirsutum* L.) yang mendapat cekaman kekeringan. Penurunan kandungan karotenoid pada kondisi cekaman tersebut diduga akibat sebagian karotenoid sudah digunakan untuk mendegradasi radikal bebas, terutama 1O_2 yang terbentuk akibat cekaman.

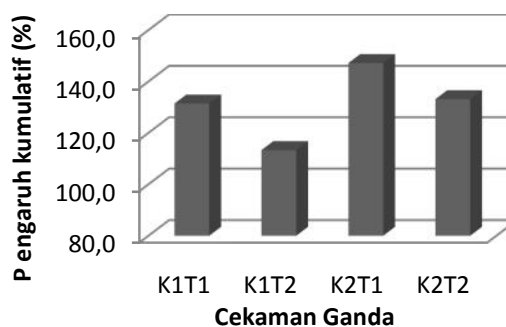
Hasil analisis pengaruh kumulatif cekaman ganda interferensi teki dan kekeringan pada semua kombinasi perlakuan terhadap klorofil a, klorofil b dan karotenoid pada daun kedelai cv. Grobogan menunjukkan nilai lebih dari 100% atau bersifat *cross synergism* (Gambar 1, 2 dan 3).



Gambar 1. *Cross synergism* (>100) Pengaruh Kumulatif Cekaman Ganda Interferensi Teki (*Cyperus rotundus* L.) dan Kekeringan Terhadap Kandungan Klorofil A Daun Kedelai [*Glycine max* (L.) Merr. cv. Grobogan].



Gambar 2. *Cross synergism* (>100) Pengaruh Kumulatif Cekaman Ganda Interferensi Teki (*Cyperus rotundus* L.) dan Kekeringan Terhadap Kandungan Klorofil B Daun Kedelai [*Glycine max* (L.) Merr. cv. Grobogan].



Gambar 3. *Cross Synergism* (>100) Pengaruh Kumulatif Cekaman Ganda Interferensi Teki (*Cyperus rotundus* L.) dan Kekeringan terhadap Kandungan Karotenoid Daun Kedelai [*Glycine max* (L.) Merr. cv. Grobogan].

Sifat *cross synergism* tersebut menunjukkan bahwa salah satu cekaman dari kedua cekaman ganda berpengaruh meningkatkan kepekaan tanaman kedelai terhadap satu cekaman yang lainnya (Alexieva *et al.*, 2003). Kondisi tersebut sesuai dengan pendapat Akinson & Urwin (2012) dan Mittler (2006), bahwa pada kondisi cekaman ganda, cekaman abiotik dapat menyebabkan penurunan atau peningkatan kepekaan tanaman terhadap cekaman biotik atau sebaliknya,

sehingga besarnya pengaruh yang ditimbulkan oleh cekaman ganda tidak dapat diprediksi berdasarkan pengaruh masing masing cekaman tunggal. Beberapa penelitian cekaman ganda adalah tanaman mentimun yang semula mendapatkan perlakuan kekeringan menjadi lebih toleran ketika kemudian mendapat perlakuan asam ferulat. Hal tersebut disebabkan respon tumbuhan terhadap cekaman yang diberikan pertama dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman yang terjadi berikutnya (Lehman & Blum, 1999). Perlakuan benzoxalin-2(3H)-one (BOA) dilaporkan dapat menghilangkan sifat toleran *Lactuca sativa* terhadap salinitas (Sanchez-Morerias *et al.*, 2008). Lisdian *Nicotiana plumbaginifolia* meningkatkan pengaruh negatif cekaman air pada tanaman *Zea mays* (Singh *et al.*, 2009). Alelokimia dari ekstrak bunga matahari meningkatkan toleransi tanaman padi terhadap salinitas (Farooq *et al.*, 2011).

SIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengaruh kumulatif cekaman ganda interferensi teki dan kekeringan dalam menurunkan kandungan klorofil a, klorofil b, dan karotenoid daun kedelai cv. Grobogan bersifat *cross synergism*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinson, N.J. and P. E. Urwin. 2012. The Interaction of Plant Biotic and Abiotic Stresses : From Genes to The Field. *Journal of Experimental Botany*. 63 : 3523-3543.
- Alexieva, V., S. Ivanov, I. Sergiev and E. Karanov. 2003. Interaction Between Stresses. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*. Special Issue.: 1-17.
- Atman. 2006. Pengelolaan Tanaman Kedelai di Lahan Kering Asam. *Jurnal Ilmiah Tambua*. 3 : 281-287.
- Anonim. 2012. *Pedoman Teknis Pengendalian Produksi Tanaman Kedelai*. Direktorat Jendral Tanaman Pangan. Kementerian Pertanian. Republik Indonesia.
- Anonim. 2009. *Petunjuk Teknis Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Terpadu (PTT) Kedelai*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Jawa Barat.
- Darmanti, S., Santosa, Kumala D. and Hartanto, N. 2013. Respon Pigmen Fotosintetik dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* L.) Terhadap Cekaman Ganda Interferensi Teki (*Cyperus rotundus* L.) dan kekeringan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi 2013*. Jurusan Biologi FSM UNDIP.
- Darmanti, S., Santosa, Kumala D. and Hartanto, N. 2016. Antioxidative Defenses of Soybean [*Glycine max* (L.) Merr. cv. Grobogan] Against Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) Interference during Drought Stress. *Journal Animal and Plant Sciences*. 26(1):225-232.

- Edreva, A., V.Velikova, T. Tsonev, S. Dagnon, A. Gurel, I. Aktas and E. Gesheva. 2008. Stress-Protective Role of Secondary Metabolites : Diversity of Function and Mechanisms. *General and Applied Plant Physiology*. 34: 67-78.
- Farooq, M., M. Habib, A. U Rahman, A. Wahid and R. munir. 2011. Employing Aqueous Allelopathic Extracts of Sunflower in Improving Salinity Tolerance of Rice. *Journal of Agriculture & Social Sciences*. 7 : 75-80.
- Gawronska, H. & A. Golisz. 2006. *Allelopathy and biotic Stresses*. pp. 211-227. In M.J. Reigosa, N. Pedrol and L. Gondzales. (Eds). *Allelopathy : A Physiological Process with Ecological Implication* Springer. Netherlands.
- Hainemann, A.B., L.F. Stone and N.K. Fageria. 2011. Transpiration Rate Response to Water Deficit During Vegetative and Reproductive of Upland Rice Cultivars. *Scientia Agrícola*. 68 : 24-30.
- Karuppanadian, T., J. C. Moon, C. Kim, K. Manoharan and W. Kim. 2011. Reactive Oxygen Species in plants : Their Generation, Signal transduction and Scavenging mechanism. *Australian Journal of Crop Sciences* 5 : 709-725.
- Kohli, R.K., D.R. Batish and H.P. Singh. 2006. *Allelopathic Interaction in Agroecosystems*. Pp 465 – 494. In M.J. Reigosa, N. Pedrol and L. Gonzales (eds.). *Allelopathy : A Physiological Process with Ecological Implication*. Springer. Netherlands.
- Lehman, M.E. and U. Blum. 1999. Influence of Pretreatment Stresses on Inhibitory Effects of Ferulic Acid, an Allelopathic Phenolic Acid. *Journal Chemical Ecology*. 25 : 1517-1529.
- Mittler R., 2006. Abiotic Stress, The field Environment and Stress Combination. *Trend in Plant Science*. 11 : 15-19.
- Morvillo, C.M., E.B. de la Fuente, A. Gil, M.A. Martinez-Ghersa and J.I. Gonzalez-Andujar. 2011. Competitive and Allelopathic Interference between Soybean Crop and Annual Wormwood (*Artemisia annua* L.) under Field Conditions. *European Journal of Agronomy*. 34 : 211-221.
- Narwal, S.S. and D.A. Sampietro. 2009. *Allelopathy and Allelochemicals*. Pp. 3-5. In D.A. Sampietro, C.A.N. Catalan, M.A. Vattuone and S.S. Narwal. (eds.). *Isolation, Identification and Characterization of Allelochemicals / Natural Products* Science Publishers, Plymouth.
- Parida, AK, VS. Dagaonkar, MS. Phalak, GV. Umalkar, LP. Aurangabadkar. 2007. Alterations in Photosynthetic Pigments, Protein and Osmotic Components in Cotton Genotypes Subjected to Short-term Drought Stress Followed by Recovery. *Plant Biotechnology Reports*. 1 : 37-48

- Partohardjono, S. 2005. Upaya *peningkatan produksi kedelai melalui perbaikan teknologi budidaya*. Pp.132-147. Dalam Partohardjono (penyunting). *Analisa dan Opsi Kebijakan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan*. Monograf No.1 2005 Puslibang Bogor.
- Qasem, J.R. and C.L. Foy. 2001. Weed Allelopathy : Its Ecological Impacts and Future Prospects. *Journal of Crop Production*. 4 : 43-119.
- Sanchez-Morerias, A.M., N. Pedrol, L. Gonzales and M.J. Reigosa. 2008. 2-3H-Benzoxazolinone (BOA) Induces Loss of Salt Tolerance in Salt-Adapted Plants. *Plant Biology*. 11 : 582-590.
- Wang, B., Z. Li, A. E. Eneji, X. Tian, Z. Zhai, J. Li and L. Duan. 2008. Coronatine on Growth, Gas Exchange Traits, Chlorophyll Content, Antioxidant Enzymes and Lipid peroxidations in Maize (*Zea mays* L.) Seedling Under Simultaned Drought Stress. *Plant Production Science*. 11 : 283 – 290.
- Singh, N.B., D. Singh and A. Singh. 2009. Modification of Physiological Responses of Water Stressed *Zea mays* Seedling by Leachate of *Nicotiana plumbagifolia*. *General and Applied Plant Physiology*. 35 : 51-63.
- Wellburn. A. L. 1994. The Spectral Determination of Chlorophylls A and B as well as total Carotenoids, Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution . *Journal of Plant Physiology*. 144 : 307-313.
- Yang, C.M, C.N. Lee and C.H. Chou. 2002. Effect of Three Allelopathic Phenolics on Chlorophyll Accumulation of Rice (*Oryza sativa*) Seedlings : I. Inhibition of Supply – Orientation. *Botanical Bulletin Academia Sinica*. 43 : 299-304.
- Yang, C.M., I.F.Chang, S.J. Lin and C.H. Chou. 2004. Effect of Three Allelopathic Phenolics on Chorophyll Acumulation of Rice (*Oryza sativa*) Seedlings : II. Stimulation of Consumption–Orientation. *Botanical Bulletin Academia Sinica*. 45: 119-125.