

KANDUNGAN KLOROFIL DUA GENOTIP KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) AKIBAT PEMBERIAN ASAM ASKORBAT DAN GIBERELIN PADA LAHAN TERINTRUSI AIR LAUT

Risky Ridha

Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Samudra, Langsa

Abstrak

Wilayah pesisir mempunyai potensi cukup besar untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian, namun peningkatan muka air laut akan menyebabkan terjadinya peningkatan salinitas. Peningkatan konsentrasi Na^+ dalam jaringan tanaman dapat meningkatkan stres oksidatif, yang menyebabkan kerusakan dalam struktur kloroplas dan berkaitan terhadap kehilangan klorofil. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan kandungan klorofil dua genotip kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) akibat pemberian asam askorbat dan giberelin pada kondisi stres salin. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Petak-Petak Terbagi (*Split-Split Plot Design*) yang terdiri dari tiga faktor dengan tiga ulangan, sebagai petak utama yaitu konsentrasi giberelin yang terdiri dari : tanpa giberelin dan 100 ppm, sebagai anak petak yaitu genotip yang terdiri dari : Non Seleksi dan Seleksi dan sebagai anak-anak petak yaitu konsentrasi asam askorbat yang terdiri dari : tanpa asam askorbat, 200 ppm, 400 ppm dan 600 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan genotip, pemberian asam askorbat, dan giberelin tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan klorofil a, b dan total, namun demikian, secara umum penggunaan genotip seleksi, pemberian asam askorbat dan giberelin cenderung dapat meningkatkan kandungan klorofil a, b dan total. Interaksi antara giberelin dan asam askorbat nyata meningkatkan kandungan klorofil b, kombinasi terbaik dijumpai pada pemberian giberelin 100 ppm dan asam askorbat 600 ppm. Sedangkan interaksi antara giberelin, genotip dan asam askorbat tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kandungan klorofil a, b dan total.

Kata kunci : Salinitas, asam askorbat, genotip kedelai, giberelin, kandungan klorofil

Pendahuluan

Wilayah pesisir mempunyai potensi cukup besar untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian. Namun posisi Indonesia yang berada di daerah tropis dan sebagai negara kepulauan sangat rawan terhadap perubahan iklim global. Dampak pemanasan global terhadap wilayah pesisir akan menyebabkan terjadinya peningkatan muka air laut yang mengakibatkan meluasnya intrusi air laut sehingga akan memberikan pengaruh yang sangat besar (Wieczorek-Zeul, 2008). Peningkatan muka

air laut akan menyebabkan terjadinya peningkatan salinitas yang kemudian berpengaruh terhadap sistem pola tanam di daerah tersebut. Akumulasi garam dapat terjadi karena adanya pergerakan dan penguapan air dari muka air tanah sehingga garam tertinggal di tanah karena leaching yang rendah (Grattan, 2005).

Pada kondisi salin, pertumbuhan dan perkembangan tanaman terhambat karena akumulasi berlebihan dari Na^+ dalam sitoplasma, menyebabkan perubahan metabolisme di dalam sel (Yuniati, 2004). Peningkatan konsentrasi Na^+ dalam

jaringan tanaman dapat meningkatkan stres oksidatif, yang menyebabkan kerusakan dalam struktur kloroplas dan berkaitan terhadap kehilangan klorofil (Khosravinejad and Farboondia, 2008). Selanjutnya, akan dihasilkan reaktif oksigen spesies (ROS) seperti superoksida (O_2^-), hidrogen peroksida (H_2O_2) dan radikal hidroksil (OH) (Wahid *et al.*, 2007). Senyawa ROS ini akan dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman (Aroca *et al.*, 2001).

Kandungan klorofil adalah tolok ukur pertumbuhan yang berkaitan dengan produksi tanaman. Klorofil adalah pigmen yang terdapat dalam kloroplas dan memanfaatkan cahaya yang diserap sebagai energi untuk reaksi-reaksi dalam proses fotosintesis (Taiz & Zeiger, 1998). Salinitas tanah dapat menekan laju fotosintesis per satuan luas daun pada beberapa jenis tanaman. Secara umum aktivitas fotosintesis menurun sebanding dengan peningkatan salinitas tanah (Poljakoff-Mayber and Gale, 2002).

Penurunan kandungan klorofil pada kondisi cekaman paling utama disebabkan oleh kerusakan kloroplas akibat aktivitas ROS sehingga menghambat fotosintesis (Lin and Wang, 2002). Stres garam menyebabkan terjadinya peningkatan radikal bebas dalam kloroplas dan hancurnya molekul klorofil oleh ROS, yang mengakibatkan penurunan fotosintesis (Zhang *et al.*, 2003). Penggunaan antioksidan non-enzimatik dan zat pengatur tumbuh tanaman merupakan pendekatan yang efisien dan secara teknis lebih mudah untuk meminimalkan dampak buruk dari salinitas pada tanaman.

Salah satu pendekatan untuk mendorong toleransi stres oksidatif yang akan meningkatkan substrat enzim pada tingkat sel adalah asam askorbat. Asam askorbat merupakan metabolit utama yang penting pada tanaman berfungsi sebagai antioksidan, kofaktor enzim dan sebagai modulator sel sinyal dalam beragam proses

fisiologis penting (Wolucka *et al.*, 2005). Efek positif seperti asam askorbat dalam mengatasi efek samping dari stres garam dikaitkan dengan kestabilan dan perlindungan pigmen fotosintesis dari kerusakan oksidatif (Hamada, 1998). Mekanisme asam askorbat terhadap cekaman berpengaruh pada metabolisme sel tanaman dengan melakukan perlindungan terhadap oksigen reaktif dan radikal bebas yang diproduksi berlebih ketika terjadi cekaman sehingga menghambat pertumbuhan dan pembelahan sel (Arora *et al.*, 2002).

Dalam mengurangi pengaruh merugikan dari salinitas, berbagai jenis fitohormon juga telah digunakan. Diantaranya giberelin telah menjadi fokus utama beberapa ilmuwan tanaman (Hisamatsu *et al.*, 2000). Asam giberelin (GA_3) terakumulasi dengan cepat ketika tanaman terkena cekaman abiotik (Lehmann *et al.*, 1995).

GA_3 telah terbukti dapat mengurangi pengaruh stres garam terhadap kandungan pigmen (Aldesuquy and Gaber, 1993), efisiensi penggunaan air (Aldesuquy and Ibrahim, 2001) dan peningkatan kapasitas fotosintesis (Khan, 1996). Asam giberelat dapat mendukung pembentukan RNA baru serta sintesis protein (Abidin, 1994). Adanya peningkatan sintesis protein diduga akan mempengaruhi pembentukan klorofil karena salah satu komponen klorofil adalah protein. Kandungan klorofil yang tinggi akan berpengaruh terhadap besarnya hasil fotosintesis yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan kandungan klorofil dua genotip kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) akibat pemberian asam askorbat dan giberelin pada kondisi stres salin.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Seuriget, Kecamatan Langsa Barat, Kota Langsa, Provinsi Aceh, pada ketinggian

tempat \pm 1,5 m dpl, tingkat DHL tanah 6,00 mmhos/cm dengan kejenuhan Na 11,39 %, yang dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan bulan Juli 2014.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kedelai genotip non seleksi dan genotip seleksi generasi F5 pada tanah salin, Asam Askorbat (Weisheng Pharmaceutical - Shijiazhuang), Giberelin (Auxillin : Giberelin dengan 90 % biologis aktif A₃), NaOH, Urea, SP-36, KCl, fungisida Dithane M-45 dan insektisida Decis 25 EC. Alat yang digunakan meliputi *leaf area meter*, Spektrofometer, kamera digital, timbangan analitik (Acis, Capacity 500 g x 0,1 g) dan *handsprayer*.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak-Petak Terbagi (*Split-Split Plot Design*) yang terdiri dari tiga faktor perlakuan dengan tiga ulangan, sebagai petak utama yaitu konsentrasi giberelin yang terdiri dari : G0 (tanpa giberelin) dan G1 (100 ppm), sebagai anak petak yaitu genotip yang terdiri dari : V1 (Non seleksi) dan V2 (Seleksi) dan sebagai anak-anak petak yaitu konsentrasi asam askorbat yang terdiri dari : A0 (tanpa asam askorbat), A1 (200 ppm), A2 (400 ppm) dan A3 (600 ppm). Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam (uji F) pada taraf 0,05 dan 0,01. Apabila pengaruh perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 0,05.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan lahan diawali dengan membersihkan lahan dari gulma dan tanaman lainnya. Kemudian dilakukan pengolahan tanah sekaligus membuat plot percobaan dengan ukuran 240 cm x 120 cm (2,88 m²) dengan Jarak antar plot 30 cm dan jarak antar blok 50 cm. Penanaman

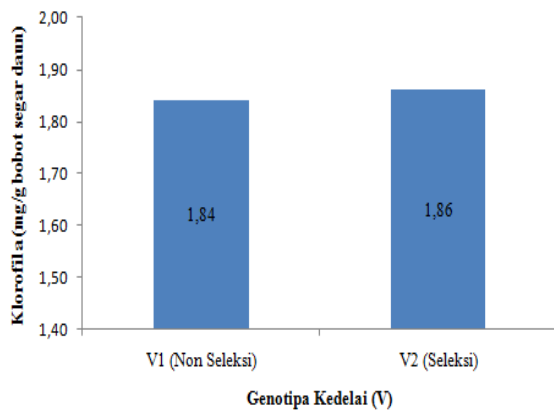
benih dilakukan secara tugal sedalam 2-3 cm dengan jarak tanam 20 x 30 cm. Pemupukan diberikan dengan dosis 50 kg Urea/ha (14,4 g/plot), 100 kg SP-36/ha (28,8 g/plot) dan 100 kg KCl/ha (28,8 g/plot). Pupuk SP-36 dan KCl diberikan seluruhnya pada saat tanam, sedangkan pupuk Urea diberikan dua kali yaitu $\frac{1}{2}$ dosis pada saat tanam dan $\frac{1}{2}$ dosis pada umur 25 hari setelah tanam (HST). Pemberian asam askorbat dan giberelin (GA₃) dilakukan pada pagi hari. Asam askorbat diberikan setiap satu minggu sekali mulai dari saat tanaman berumur satu minggu setelah tanam (MST) sampai saat tanaman berbunga. Sedangkan giberelin diberikan pada saat tanaman berumur 20 dan 40 hari setelah tanam (HST), dengan cara disemprotkan secara merata pada daun dengan volume semprot 350-500 ml per plot yang disesuaikan dengan umur tanaman. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyulaman, penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit.

Kandungan Klorofil a, b dan total (mg/g bobot segar daun) diukur dengan menggunakan metode Arnon, (1949). Daun yang digunakan yaitu daun yang telah membuka sempurna (daun kedua dan ketiga dari pucuk) pada saat tanaman berumur 6 MST.

Hasil dan Pembahasan

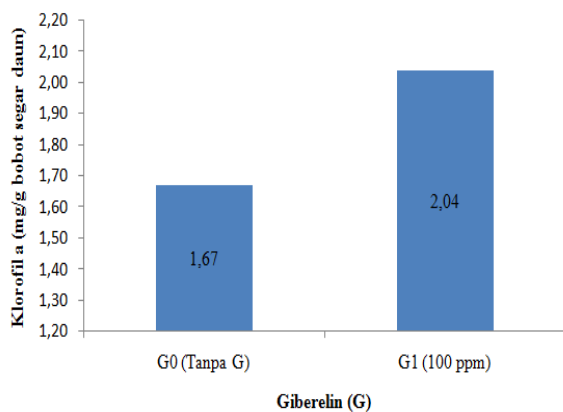
Pemberian asam askorbat tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap kandungan klorofil a, b dan total, namun demikian berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa tanaman yang diberikan asam askorbat dengan konsentrasi 200 ppm (A1) dan 600 ppm (A3) cenderung memiliki kandungan klorofil a, b dan total lebih tinggi sebesar masing-masing 1,89, 0,90 dan 2,75 mg/g (Gambar 3, 6 dan 9). Peranan asam askorbat pada tanaman terutama diperlukan pada saat tanaman mengalami cekaman oksidatif. Asam askorbat digunakan

sebagai senyawa antioksidan yang dapat membantu mengubah senyawa oksidatif menjadi senyawa yang tidak berbahaya bagi tanaman (Apel and Hirt, 2004). Asam askorbat merupakan metabolit utama yang penting pada tanaman berfungsi sebagai kofaktor enzim dan sebagai modulator sel sinyal dalam beragam proses fisiologis penting, termasuk biosintesis dinding sel, metabolit sekunder dan phytohormon serta toleransi stress (Wolucka *et al.*, 2005).

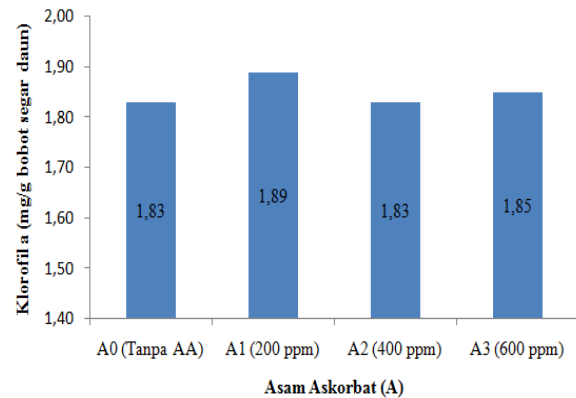


Gambar 1. Kandungan klorofil a pada dua genotip kedelai

Secara umum, pengaruh asam askorbat dalam mengurangi dampak buruk dari stres garam dianggap berasal dari pengaktifan beberapa reaksi enzim (Kefeli, 1981). Selain itu, efek positif seperti asam askorbat dalam mengatasi efek samping dari stres garam dikaitkan dengan kestabilan dan perlindungan pigmen fotosintesis dari kerusakan oksidatif (Hamada, 1998).



Gambar 2. Kandungan klorofil a akibat perlakuan giberelin

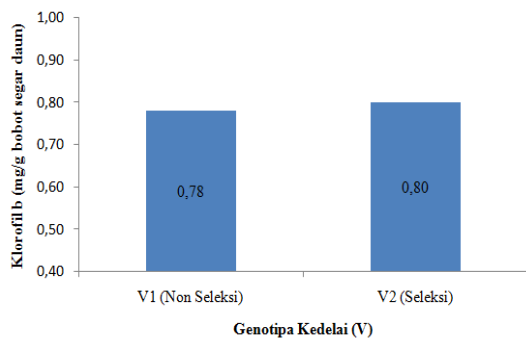


Gambar 3. Kandungan klorofil a akibat perlakuan asam askorbat

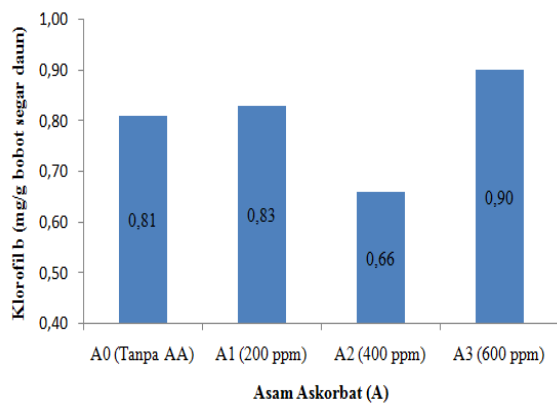
Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan klorofil a, b dan total genotip seleksi (V2) cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan genotip non seleksi (V1) sebesar masing-masing 1,86, 0,80 dan 2,67 mg/g meskipun secara statistik tidak memberikan pengaruh yang nyata (Gambar 1, 4 dan 7).

Penggunaan genotip tidak memberikan pengaruh yang nyata diduga karena kedua genotip ini mempunyai kesamaan genetik yang toleran terhadap salinitas. Kedua jenis genotip yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber genetik yang sama yaitu varietas Grobogan, kedelai varietas Grobogan termasuk varietas yang toleran terhadap salinitas. Berdasarkan hasil penelitian Rahmawati dan Rosmayati, (2010) terhadap penapisan varietas kedelai toleran cekaman salinitas yang dilakukan dilapangan menunjukkan bahwa varietas Grobogan merupakan varietas kedelai yang mampu memproduksi lebih tinggi dibandingkan dengan empat varietas lainnya dari hasil seleksi yang diujikan di lahan salin Kecamatan Percut Sei Tuan dan juga berdasarkan hasil uji molekuler gen

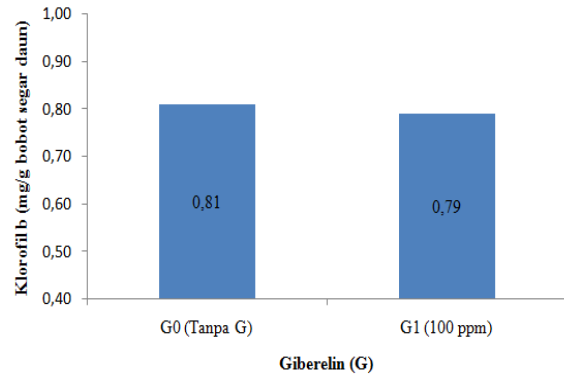
toleran salin pada kedelai varietas Grobogan hasil seleksi dan tidak diseleksi yang diberi perlakuan salinitas sama-sama menunjukkan peningkatan ekspresi gen yang terkait dengan kemampuan adaptasi tanaman terhadap cekaman salinitas yaitu Dehydration Responsive Element Binding Protein 5 (DREB5), Δ 1-Pyrroline-5-Carboxylate Synthetase (P5CS) dan EREBP/AP2 Transcription Factor 3 (ERF3) dibandingkan dengan tanpa perlakuan salinitas. Peningkatan ekspresi gen-gen tersebut akan mempengaruhi ketahanan tanaman kedelai yang dibudidayakan di lahan salin (Rahmawati, 2015).



Gambar 4. Kandungan klorofil b pada dua genotip kedelai



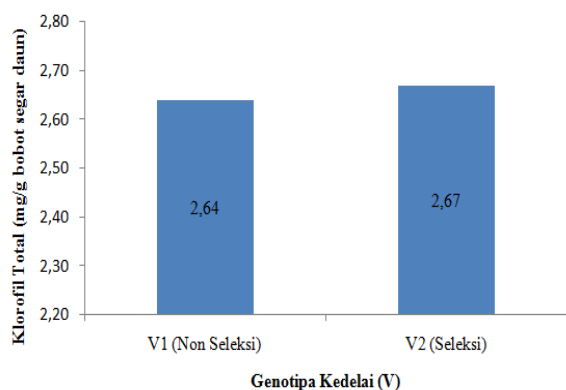
Gambar 5. Kandungan klorofil b akibat perlakuan giberelin



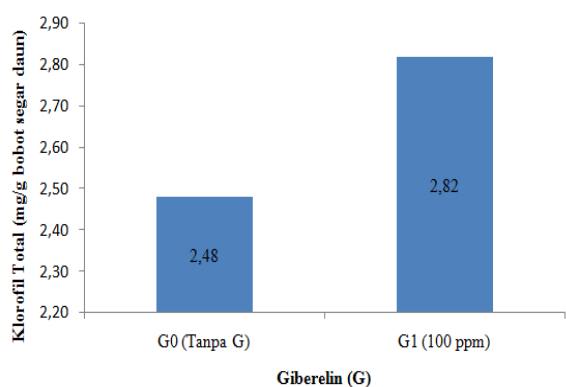
Gambar 6. Kandungan klorofil b akibat perlakuan asam askorbat

Ekspresi gen yang diinduksi oleh cekaman lingkungan akan menghasilkan protein-protein yang memiliki fungsi sebagai pengantar sinyal dari permukaan sel tanaman ke dalam sel, enzim yang berperan dalam biosintesis molekul-molekul yang berpengaruh dalam mekanisme pertahanan (seperti prolin, beberapa jenis karbohidrat serta poliamin), atau faktor transkripsi yang mengaktifkan ekspresi dari gen-gen yang berperan dalam mekanisme pertahanan tanaman terhadap cekaman tersebut (Hadiarto, 2010). Faktor genetik tidak akan memperlihatkan sifat yang dibawanya kecuali adanya faktor lingkungan yang diperlukan. Sebaliknya, manipulasi dan perbaikan-perbaikan terhadap faktor lingkungan tidak akan menyebabkan perkembangan dari suatu sifat, kecuali bila faktor genetik yang diperlukan terdapat pada individu tanaman yang bersangkutan (Bari *et al.*, 1974).

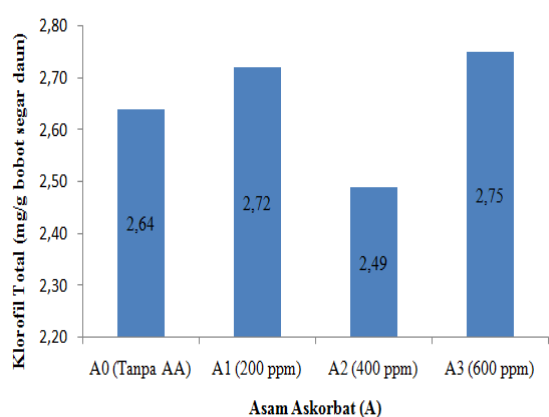
Pada pemberian giberelin dengan konsentrasi 100 ppm (G1) cenderung dapat meningkatkan kandungan klorofil a dan total meskipun secara statistik tidak memberikan pengaruh yang nyata (Gambar 2 dan 8), namun pada kandungan klorofil b justru cenderung lebih tinggi pada tanpa pemberian giberelin (G0) (Gambar 5).



Gambar 7. Kandungan klorofil total pada dua genotip kedelai



Gambar 8. Kandungan klorofil total akibat perlakuan giberelin



Gambar 9. Kandungan klorofil total akibat perlakuan asam askorbat

Pemberian giberelin dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap stres garam, giberelin dapat mengurangi pengaruh penghambatan NaCl pada beberapa parameter pertumbuhan dan pigmen fotosintesis dengan menginduksi aktivitas enzim (Ali *et al.*, 2011). Selanjutnya Yuan dan Xu (2001) juga menyatakan, Giberelin dapat meningkatkan laju fotosintesis bersih melalui peningkatan aktivitas karboksilase dari rubisco. Enzim (rubisko) berperan sebagai katalisator dalam fiksasi CO₂ yang dibutuhkan tanaman untuk fotosintesis (Salisbury dan Ross, 1995). Tanaman mempunyai kemampuan untuk merubah ZPT menjadi lebih aktif atau kurang aktif. Kemampuan metabolisme tanaman itu sangat tergantung dari genetik tanaman, dan pemberian ZPT tidak pada masa peka tanaman, maka tanaman tersebut tidak akan memberikan respon terhadap ZPT yang diberikan. Selain itu, dapat juga disebabkan varietas tanaman yang tidak responsif terhadap pemberian GA₃ (Wattimena, 1991).

Interaksi antara konsentrasi giberelin dengan asam askorbat nyata meningkatkan kandungan klorofil b. Pemberian giberelin 100 ppm pada konsentrasi asam askorbat 600 ppm menghasilkan kandungan klorofil b tertinggi (G1A3) sebesar 1,00 mg/g bila dibandingkan dengan pemberian giberelin 100 ppm pada konsentrasi asam askorbat 200 dan 400 ppm (Tabel 1). Penurunan kandungan klorofil pada kondisi cekaman paling utama disebabkan oleh kerusakan kloroplas akibat aktivitas ROS sehingga menghambat fotosintesis (Lin and Wang, 2002). Stres garam menyebabkan terjadinya peningkatan radikal bebas dalam kloroplas dan hancurnya molekul klorofil oleh ROS, yang mengakibatkan penurunan fotosintesis (Zhang *et al.*, 2003).

Tabel 1. Rata-rata kandungan klorofil b akibat interaksi perlakuan kosentrasi giberelin dan asam askorbat (mg/g bobot segar daun)

Perlakuan	Giberelin (G)	
	G0 (Tanpa Giberelin)	G1 (100 ppm)
 mg/g bobot segar daun	
<u>Asam Askorbat (A)</u>		
A0 (Tanpa Asam Askorbat)	0,69 ab	0,92 a
A1 (200 ppm)	0,97 a	0,69 ab
A2 (400 ppm)	0,78 ab	0,54 b
A3 (600 ppm)	0,81 ab	1,00 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris atau kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5 %

Asam askorbat merupakan senyawa antioksidan yang memiliki peranan penting terutama pada proses fotosintesis saat tanaman menghadapi cekaman lingkungan. Asam askorbat dapat melindungi aparatus fotosintesis melawan radikal oksigen dan H_2O_2 yang terbentuk selama aktivitas fotosintesis (Smirnoff, 1996). Asam askorbat terlibat dalam tiga proses biokimia pada fotosintesis: (1) Asam askorbat berperan sebagai antioksidan yang merubah H_2O_2 yang dikatalisis oleh enzim askorbat peroksidase (APX), sehingga terbentuk H_2O dan monodehidroaskorbat; (2) monodehidroaskorbat ini dapat berperan sebagai penerima elektron pada PSI (McKersie and Leshem, 1994); (3) sebagai co-faktor dalam reaksi violaxanthin de-epoksidase (Sonja *et al.*, 2001).

Sedangkan pemberian giberelin dapat meningkatkan laju fotosintesis bersih melalui peningkatan aktivitas karboksilase dari Rubisco dan merangsang sintesis protein rubisco (Yuan dan Xu, 2001). Selanjutnya Abidin, (1994) menyatakan, Asam giberelat dapat mendukung pembentukan RNA baru serta sintesis protein. Adanya peningkatan sintesis protein diduga akan mempengaruhi pembentukan klorofil karena salah satu komponen klorofil adalah protein. Kandungan klorofil yang tinggi akan berpengaruh terhadap besarnya hasil fotosintesis yang terjadi. Hasil penelitian

Sakr, (1996) pemberian GA_3 atau kinetin dapat mengatasi sebagian pengaruh berbahaya dari NaCl pada daun kotiledon kapas dan akhirnya dapat meningkatkan jumlah kloroplas pada daun dengan meningkatnya intensitas pertumbuhan sel dan aktivitas ribosom yang akan merangsang sintesis klorofil (Nandini and Mukherjee, 2003).

Klorofil a dan b berperan dalam proses fotosintesis tanaman. Kandungan klorofil a selalu lebih tinggi dari pada klorofil b. Klorofil b hanya terdapat pada pigmen sistem antena penangkap cahaya, sedangkan klorofil a terdapat di dalam pusat reaksi fotosistem I dan II, juga dalam pigmen antena.

Klorofil a dengan rumus molekul $C_{55}H_{77}O_5N_4Mg$ berperan dalam pengabsorbsian energi radiasi dari kelompok gelombang panjang (lebih dari 685 nm) serta berperan sebagai pusat reaksi. Sedangkan klorofil b dengan rumus molekul $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ bertindak sebagai antena fotosintetik yang berfungsi sebagai pengabsorpsi dan pengumpul energi radiasi dari gelombang pendek (Suminarti, 2010). Selanjutnya Taiz dan Zeiger (1991) juga menyatakan, Klorofil b berfungsi sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan cahaya kemudian ditransfer ke pusat reaksi. Pusat reaksi tersusun dari klorofil a. Energi cahaya akan diubah menjadi energi kimia di pusat reaksi yang kemudian dapat

digunakan untuk proses reduksi dalam fotosintesis. Peningkatan kandungan klorofil b pada tanaman berkaitan dengan peningkatan protein klorofil sehingga akan meningkatkan efisiensi fungsi antena fotosintetik pada *Light Harvesting Complex II* (LHC II).

KESIMPULAN

Penggunaan genotip, perlakuan asam askorbat, dan giberelin tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap kandungan klorofil a, b dan total, namun demikian, secara umum penggunaan genotip seleksi, pemberian asam askorbat dan giberelin cenderung dapat meningkatkan kandungan klorofil a, b dan total. Interaksi antara giberelin dan asam askorbat nyata meningkatkan kandungan klorofil b, kombinasi terbaik dijumpai pada pemberian giberelin 100 ppm dan asam askorbat 600 ppm. Sedangkan interaksi antara giberelin, genotip dan asam askorbat tidak memberikan pengaruh yang nyata pada kandungan klorofil a, b dan total.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. 1994. Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh. Penerbit Angkasa. Bandung.
- Aldesuquy, H. S. and Gaber, A. M. 1993. Effect of growth regulators on *Vicia faba* plants irrigated by seawater, leaf area, pigment content and photosynthetic activity. *Biol. Plant.*, 35, 519-527.
- Aldesuquy, H. S. and Ibrahim, A. H. 2001. Interactive effect of seawater and growth bio-regulators on water relations, abscisic acid concentration, and yield of wheat plants. *J. Agron. Crop. Sci.*, 187, 185-193.
- Ali. H. M., Siddiqui, M. H., Basalah, M. O., Al-Whaibi, M. H., Sakran, A. M. And Al-Amri, A. 2011. Effects of gibberellic acid on growth and photosynthetic pigments of *Hibiscus sabdariffa* L. under salt stress. *Afr J Biotechnol* 11:800–804.
- Apel, K. and Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species metabolism, oxydative stress, and signal transduction. *Plant Biol* 55:373-399.
- Aroca, R., Juan, J. I. and Manuel, S. D. 2001. Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against oxidative stress during chilling and subsequent recovery in two maize varieties differing in chilling sensitivity. *Plant Sci* 161:719-726.
- Arora, A., Sairam, R. K. and Srivastava, G. C. 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current Science*. 82(10):1227-1238.
- Bari, A., Musa, S., Syamsuddin, E. 1974. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Departemen Agronomi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Grattan, S. R. 2005. Irrigation water salinity and crop production. ANR Publication 8066. University of California Agriculture and Natural Resources in partnership with Natural Resources Conservation Service.
- Hadiarto, T. 2010. Faktor Transkripsi OsDREB1A dan OsDREB1B pada Padi [Artikel]. BB Biogen. <http://biogen.litbang.pertanian.go.id/index.php/2010/11/faktor-transkripsi-si-osdreb1a-dan-osdreb1b-pada-padi/> [24 Februari 2015].
- Hamada, A. M. 1998. Effect of exogenously added ascorbic acid, thiamin or aspirin on photosynthesis and some related activities of drought-stressed wheat plants. In: Proceedings of

- XI th International Photosynthesis Conference. Budapest, Hungary, August, pp. 17-22.
- Hisamatsu, T., Koshioka, M., Kubota, S., Fujime, Y., King, R. W. and Mander, L. N. 2000. The role of gibberellin in the control of growth and flowering in *Matthiola incana*. *Physiol Plantarum* 109: 97-105.
- Kefeli, V. I. 1981. Vitamins and some other representatives of non hormonal plant growth regulators. *Pribl. Biochem. Microbiol.*, 17: 5-15.
- Khan, N. A. 1996. Effect of gibberellic acid on carbonic anhydrase, photosynthesis, growth and yield of mustard. *Biol. Plant.*, 38, 145-147.
- Khosravinejad, H. F. R. and Farboondia, T. 2008. Effect of salinity on photosynthetic pigments, respiration and water content in barley varieties. *Pak. J. Biol. Sci.* 11: 2438-2442.
- Lehmann, J., Atzorn, R., Bruckner, C., Reinbothe, S., Leopold, J., Wasternack, C. and Parthier, B. 1995. Accumulation of jasmonate, abscisic acid, specific transcripts and proteins in osmotically stressed barley leaf segments. *Planta* 197: 156-162.
- Lin, J. And Wang, G. 2002. Doubled CO₂ Could Improve the Drought Tolerance Better in Sensitive Cultivars Than in Tolerant Cultivars in Spring Wheat. *Plant Science* 163 627-637.
- McKersie, B. D. and Leshem, Y. Y. 1994. Stress and Stress Coping in Cultivated Plants. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Nandini-Chakrabarti. and Mukherjee, S. 2003. Effect of Phytohormone pretreatment on DNA, RNA, amino acid and protein content in different plant parts of *Vigna radiate* under salt stress. *Indian-Agriculturist.* 47: 57-78.
- Rahmawati, N. dan Rosmayati. 2010. Penapisan varietas kedelai (*Glycine max* L. Merril) toleran cekaman salinitas [Laporan topik khusus]. Program Doktor Ilmu Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rahmawati, N. 2015. Peningkatan Hasil Kedelai di Tanah Salin dengan Penggunaan Genotipa Tahan, Asam Askorbat dan Fungi Mikoriza Arbuskular [Disertasi]. Program Doktor Ilmu Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sakr, M. T. 1996. Some physiological studies on the role of GA₃, Kinetin and Ethrel on inducing salt tolerance of cotton seedlings, *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 21: 633-642.
- Smirnoff, N. 1996. The function and metabolism of ascorbic acid in plants. [botanical briefing]. *Ann Bot* 78:661-669.
- Sonja, D., Veljovic-Jovanovic, Cristina, P., Graham, N. and Christine, H. F. 2001. Low askorbic acid in the *vtc-1* mutant of *Arabidopsis* is associated with decreased growth and intracellular redistribution of the antioxidant system. *Plant Physiol* 127:426-435.
- Suminarti, N. E. 2010. Pengaruh Pemupukan N dan K pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Talas yang Ditanam di Lahan Kering. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. *Akta Agrosia.* 13:1-7.
- Wahid, A., Perveen, M., Gelani, S. And Basra, S. M. A. 2007. Pretreatment of seed with H₂O₂ improves salt tolerance of wheat seedlings by alleviation of oxidative damage and expression of stress proteins. *J. Plant Physiol.*, 164: 283-294.

- Wattimena, G. A. 1991. Bioteknologi Tanaman. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wolucka, B. A., Goossens, A. and Inze, D. 2005. Methyl Jasmonate Stimulates the de novo Biosynthesis of Vitamin C in Plant Cell Suspensions, *J. Exp. Botany*, 56: 2527-2538.
- Yuan, L. and Xu, D. Q. 2001. Stimulation effect of gibberellic acid short-term treatment on leaf photosynthesis related to the increase in Rubisco content in broad bean and soyabean. *Photosynth. Res.*, 68, 39-47.
- Yuniati, R. 2004. Penapisan Galur Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Toleran Terhadap NaCl Untuk Penanaman Di Lahan Salin. *Makara, Sains*, Vol. 8, No. 1: 21-24.
- Zhang, S. J., Weng, J. J., Pan, T., Tu, S., Yao. and Xu, C. 2003. Study on the photogeneration of superoxide radicals in Photosystem II with EPR spin trapping techniques, *Photosynth Res.* 75:41-48.