

Respon Karakter Fisiologis Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Grobogan terhadap Cekaman Genangan

Vita Siti Fatimah dan Triono Bagus Saputro

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
(ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: trionobsaputro@bio.its.ac.id

Abstrak—Kedelai (*Glycine max* L.) mempunyai arti penting untuk memenuhi kebutuhan pangan dalam rangka perbaikan gizi masyarakat, karena kandungan nutrisinya yang banyak dan merupakan sumber protein nabati yang ekonomis. Kendala dalam produksi kedelai adalah faktor lingkungan, salah satunya adalah curah hujan. Curah hujan dapat mengakibatkan genangan (waterlogging). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui respon karakter fisiologis kedelai varietas Grobogan dan toleransinya terhadap genangan. Penelitian cekaman genangan dilakukan pada stadia vegetatif dengan taraf genangan 100%, 150%, 200% dan kontrol sebagai pembanding. Berdasarkan data didapatkan hasil bahwa nitrogen daun tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dengan 2,45% dan menurun seiring dengan peningkatan taraf genangan. Kadar klorofil, berat basah dan berat kering juga mengalami penurunan. Penurunan berat kering mencapai 60,41%. Tanaman kontrol dan perlakuan genangan mengalami perbedaan dalam alokasi fotosintat. Perlakuan genangan lebih tinggi rasio akarnya dibandingkan dengan tajuk, sebaliknya pada perlakuan genangan rasio tajuk lebih tinggi dibandingkan dengan akar. Konsentrasi etilen akar mengalami peningkatan pada konsentrasi genangan 200% yaitu mencapai 14,878 ppm.

Kata Kunci— etilen, fisiologis, genangan, Grobogan, kedelai (*Glycine max*).

I. PENDAHULUAN

PENULISAN (*Glycine max* L.) menjadi komoditas pangan utama selain beras dan jagung yang telah lama dibudidayakan di Indonesia. Kedelai (*Glycine max* L.) saat ini tidak hanya diposisikan sebagai bahan baku industri pangan, namun juga ditempatkan sebagai bahan baku industri non-pangan. Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan salah satu penghasil minyak edible tanaman polongan yang paling penting karena nilai gizi yang tinggi [1]. Kedelai mengandung protein, minyak, karbohidrat tidak larut, karbohidrat larut, kadar air serta berbagai fungsional bahan seperti anthocyanin, isoflavon, saponin, dan serat makanan [1]. Semua faktor tersebut membuat kedelai menjadi salah satu tanaman yang dominan dan dibudidayakan di seluruh dunia [2]. Beberapa produk yang dihasilkan dari kedelai antara lain tempe, tahu, es krim, susu kedelai, tepung kedelai, minyak kedelai, pakan ternak dan bahan baku industri skala besar hingga kecil atau rumah tangga.

Banyaknya manfaat yang diperoleh dari tanaman kedelai dan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk, serta industri pangan berbahan baku kedelai yang berkembang cukup pesat menyebabkan kebutuhan kedelai dari tahun ke tahun semakin meningkat. Peningkatan permintaan tersebut tidak diikuti dengan peningkatan produksi. Diperkirakan tiap tahun rata-rata kebutuhan kedelai mencapai 2,2 juta ton/tahun dan diprediksi akan meningkat setiap tahunnya. Namun, sampai tahun 2016 ini produksi kedelai diperkirakan sulit beranjak dari kisaran 800-900 ribu ton [3].

Defisit produksi kedelai tersebut dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan. Faktor budidaya seperti kondisi tanah, irigasi, suplementasi pupuk, dan perlindungan tanaman dari penyakit dapat dikendalikan melalui upaya manusia. Namun, pengendalian kondisi lingkungan di kawasan budidaya hampir tidak dapat dilakukan [4,5]. Faktor utama kondisi lingkungan salah satunya adalah curah hujan di Indonesia.

Curah hujan memberikan pasokan air pada tanah. Kandungan air tanah tersebut harus cukup untuk perkecambahan, pertumbuhan, pembungaan dan pengisian polong. Akan tetapi jika jumlahnya melebihi rata-rata daya serap lahan, maka akan berpotensi terjadi genangan. Terjadinya stres genangan air didefinisikan ketika pori-pori tanah jenuh air yang menjadi over kapasitas tanah setidaknya 20% [6]. Genangan berdasarkan kondisi pertanaman dibagi menjadi dua, yaitu: (1) Kondisi jenuh air (waterlogging) dimana hanya akar tanaman yang tergenang air, dan (2) Kondisi bagian tanaman sepenuhnya tergenang air (complete submergence) [7].

Masalah tingginya muka air yang menyebabkan tanaman tergenang merupakan penghalang yang serius bagi peningkatan produktivitas kedelai di lahan budidaya tersebut. Permasalahan yang terjadi akibat genangan adalah kekurangan O₂ pada tanaman yang terendam. Hal ini merupakan faktor utama yang menyebabkan tanaman kedelai mengalami kerusakan fisiologis dan kerusakan fisik. Dibawah kondisi pertumbuhan normal, akar tanaman mengambil O₂ dari tanah dan kemudian digunakan dalam respirasi mitokondria. Namun, di bawah kondisi stres genangan air, tanaman tidak bisa menyerap cukup O₂ untuk

Tabel 3.1

Kandungan Nitrogen Daun Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan Pada Kontrol dan Cekaman Genangan (G1, G2, G3)

Perlakuan (G)	Nitrogen (%)
G0	2,45
G1	1,31
G2	1,16
G3	1,34

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5%.

G0 : Kontrol G1 : 100% G2 : 150% G3 : 200%

Tabel 3.2

Kadar Klorofil Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan Pada Kontrol dan Cekaman Genangan (G1, G2, G3)

Perlakuan (G)	Kadar Klorofil
G0	38,44
G1	28,66
G2	27,64
G3	20,36

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5%.

G0 : Kontrol G1 : 100% G2 : 150% G3 : 200%

Tabel 3.3

Hasil Berat Basah dan Kering Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan Terhadap Cekaman Genangan

Perlakuan (G)	Berat Basah Total (gr)	Berat Kering Total (gr)	Berat Kering Akar (gr)	Berat Kering Batang (gr)	Berat Kering Daun (gr)
G0	7.42 ^c	1.44 ^a	2.15 ^b	0.771 ^{bc}	1.421 ^b
G1	5.14 ^b	1.02 ^{ab}	0.933 ^a	0.838 ^c	1.266 ^a
G2	3.00 ^{ab}	0.57 ^b	0.428 ^a	0.561 ^{ab}	0.786 ^a
G3	2.71 ^a	0.57 ^b	0.480 ^a	0.503 ^a	0.731 ^a

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5%.

G0 : Kontrol G1 : 100% G2 : 150% G3 : 200%

Tabel 3.4

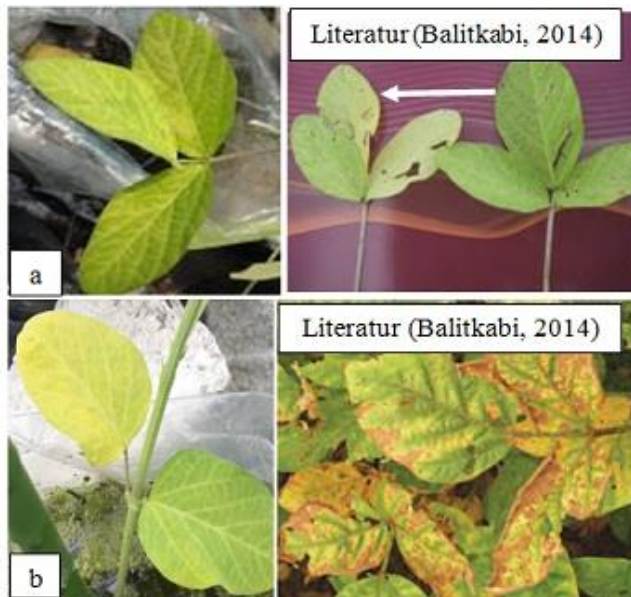
Konsentrasi Etilen pada Akar Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan Terhadap Cekaman Genangan

Perlakuan (G)	Etilen (ppm)
G0	3,554
G1	2,424
G2	3,357
G3	14,878

Keterangan: Angka yang ditandai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada taraf 5%.

G0 : Kontrol G1 : 100% G2 : 150% G3 : 200%

mempertahankan fungsi fisiologis normal. Karena itu, tanaman tidak dapat menghasilkan glukosa secara normal dan akhirnya mengalami berbagai masalah metabolisme. Akibat yang lain dari genangan adalah timbulnya cekaman



Gambar 3.1 Gejala Daun Kedelai (a) Kahat Nitrogen (N) dan (b) Kahat Magnesium (Mg). Sumber: [23]

gas yang ditandai dengan (a) defisit O₂, (b) Kelebihan gas CO₂, serta (c) Timbulnya gas etilen yang berlebih. Kekurangan O₂ mempengaruhi permeabilitas membran sel, hubungan air-tanaman, nutrisi mineral, produksi zat pengatur tumbuh dan alokasinya, fotosintesis, respirasi dan alokasi karbohidrat. Stres genangan air (waterlogging) dapat menyebabkan penuaan dini sehingga daun klorosis, nekrosis, dan gugur serta pertumbuhan tanaman terhambat yang pada akhirnya menurunkan hasil (produktivitas). Besarnya penurunan hasil ini juga tergantung pada varietas kedelai yang ditanam, fase pertumbuhan tanaman, lamanya tergenang, tekstur tanah, dan adanya penyakit.

Varietas kedelai yang diamati adalah varietas Grobogan. Varietas ini mempunyai keunggulan yakni umur pendek (76 hari), ukuran polong besar, produksi tinggi, kandungan protein tinggi yakni mencapai 43,9 persen dan daun rontok saat jelang panen [8]. Selain itu, nilai tambah dari kedelai varietas Grobogan adalah tempe dengan bahan dasar kedelai Grobogan tahan lama, tetap segar, gurih dan tidak cepat rusak [9] sehingga banyak diminati oleh para pengrajin tempe atau produk olahan lain misalnya kripik tempe dan susu kedelai. Kedelai varietas Grobogan telah dijelaskan dapat beradaptasi baik di beberapa kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda cukup besar, pada awal musim hujan dan daerah beririgasi baik [9] namun belum dijelaskan lebih lanjut mengenai batas toleransinya. Penggunaan varietas Grobogan ini sangat populer di Jawa Tengah, khususnya di Kabupaten Grobogan, dengan variabilitas kondisi biofisik lahan.

Penelitian mengenai tanaman pangan khususnya kedelai pada genangan masih kurang sehingga informasi mengenai kultivar toleran genangan masih terbatas. Beberapa kultivar kedelai yang telah diteliti dalam budidaya jenuh air (basah) adalah Wilis, Bromo, Petek, Burangrang, Sinabung, Kaba, Anjasmoro, dan Sibayak. Selain itu, Sumber gen kedelai yang toleran genangan diantaranya Lokon [10], Dieng, MLGG

0132, MLGG 0305 [11] serta peka terhadap genangan diantaranya Lumajang bewok dan Tengger [10].

Berdasar latar belakang diatas, maka perlu dilakukan penelitian secara lebih lanjut terhadap batas toleransi dan respon cekaman genangan pada varietas Grobogan dengan menitikberatkan pada karakter fisiologisnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk memberikan informasi kondisi fisiologis dan toleransi tanaman kedelai varietas Grobogan pada saat tercekam genangan. Dimana informasi ini penting untuk pengembangan varietas kedelai tahan genangan.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Urban Farming, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – Juni 2016.

B. Penelitian Pendahuluan Kapasitas Lapang

Pengukuran kapasitas lapang sebagai patokan pemberian taraf penggenangan dilakukan dengan cara media tanam dalam polybag disiram dengan air sampai menetes (jenuh) kemudian didiamkan selama kurang lebih 3 hari sampai tidak ada air yang menetes. Selanjutnya, media tanam ditimbang berat basah dan berat keringnya. Berat basah ditimbang setelah tidak ada air yang menetes dari polybag. Berat kering ditimbang setelah media tanam dioven pada suhu 105oC sampai diperoleh berat konstan.

Kebutuhan Air berdasarkan Kapasitas Lapangnya dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$KL (\%) = \frac{Tb - Tk}{Tk} \times 100\%$$

Keterangan :

KL : Kapasitas Lapang

Tb : Berat Basah Tanah

Tk : Berat Kering Tanah.

C. Persiapan Biji

Biji kedelai yang digunakan adalah varietas Grobogan yang didapat dari BALTKABI Malang. Biji direndam selama 6 jam menggunakan aquadest kemudian ditiriskan. Hal ini bertujuan untuk mempercepat proses imbibisi sehingga pertumbuhan tunas lebih cepat.

D. Penyemaian

Biji yang telah direndam dan ditiriskan selanjutnya ditumbuhkan di potray berisi media tanam dengan komposisi 2 kg tanah taman, 0,5 kg arang sekam dan 0,5 kg pupuk organik kemudian disemai hingga muncul 2 daun.

E. Persiapan Media Tanam

Pembuatan media tanam dilakukan dengan menyiapkan tanah taman, pupuk organik dan arang sekam. Setiap polybag memiliki komposisi 2 kg tanah taman, 0,5 kg arang sekam dan 0,5 kg pupuk organik sehingga didapatkan berat total sebanyak 3 kg/polybag. Media tanam yang telah ditimbang diaduk

secara merata untuk selanjutnya dimasukkan kedalam plastik. Plastik yang sudah terisi media kemudian diberi polybag dan diatur di lapangan sesuai dengan lay out percobaan. Selanjutnya setiap plastik diberi label sesuai perlakuan.

F. Aklimatisasi Tanaman Kedelai

Proses aklimatisasi tanaman kedelai (*Glycine max*) dilakukan selama 10 hari. Aklimatisasi bertujuan untuk adaptasi tanaman kedelai (*Glycine max*) terhadap media baru.

G. Metode Pengujian

Penggenangan dilakukan selama 14 hari pada semua taraf perlakuan dengan cara memberikan air ke dalam masing-masing polybag sebanyak konsentrasi yang telah ditentukan berdasar pada hasil penelitian pendahuluan kapasitas lapang, setelah itu diberikan penyangga pada masing-masing polybag yang berfungsi untuk menyangga tanaman karena struktur tanah yang jenuh air. Kemudian diukur tinggi genangan menggunakan penggaris sebagai acuan dalam penambahan air setiap harinya.

H. Pengamatan Parameter

1) Analisa Nitrogen (N) Daun

Sampel yang digunakan dalam analisa nitrogen tanaman adalah daun cabang pertama dan kedua dari titik tumbuh. Metode yang umum untuk menetapkan nitrogen dalam tanaman adalah metode Kjeldahl. Analisa dengan cara Kjeldahl pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga tahapan yaitu proses destruksi, destilasi dan titrasi.

a. Tahap Destruksi

Bahan tanaman daun yang telah dikeringkan di dalam oven pada suhu 110oC selama 24 jam ditimbang 1 g, lalu dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 ml, ditambah 30 mg campuran selen, 5 ml H₂SO₄ pekat 96%. Bahan tersebut dipanaskan pada suhu 70oC selama ± 15 menit atau cairan berwarna coklat, kemudian suhu dinaikkan menjadi 140oC selama 15 – 30 menit atau cairan jernih. Proses destruksi sudah selesai apabila larutan menjadi jernih atau tidak berwarna.

b. Tahap Destilasi

Pada tahap destilasi, ammonium sulfat dipecah menjadi ammonium dengan penambahan NaOH sampai alkalis dan dipanaskan. Isi labu hasil destruksi dikeluarkan dan dipindahkan ke dalam labu penyuling yang telah ditambahkan 50 ml air bebas ion (aquades) dan 20 sampai 30 ml NaOH 30 %. Isi labu penyuling kemudian didestilasi. Labu penyuling dihubungkan dengan alat destilasi untuk menyuling N. Sebelum destilasi dimulai, terlebih dahulu disiapkan erlenmeyer 150 ml sebagai penampung N yang dilepaskan yang telah berisi 25 ml H₃BO₃ 4 % (Asam borat). Destilasi dilakukan sampai volume di dalam erlenmeyer menjadi 150 ml.

c. Tahap Titrasi

Cairan di dalam erlenmeyer dititer dengan HCl 0,02 N. Akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan dari biru menjadi merah muda. Selisih jumlah titrasi sampel dan blanko

merupakan jumlah ekuivalen nitrogen (Sudarmaji, 1989). Penetapan blanko dilakukan dengan cara yang sama, tetapi tidak menggunakan bahan tanaman. Kandungan nitrogen diperoleh dengan rumus [12]:

$$\% \text{ Nitrogen} = (t-b) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 0.01401 \times 100/W$$

Keterangan :

t = ml H₂SO₄ untuk sampel

b = ml H₂SO₄ untuk blanko

N = Normalitas H₂SO₄ yang digunakan

W = Berat bahan tanaman yang digunakan.

2) Kadar Klorofil

Pengukuran kadar klorofil dilakukan pada setiap perlakuan konsentrasi genangan. Daun kedelai ditimbang sebanyak 0,1 gram dengan neraca analitik. Kadar klorofil diukur berdasarkan metode Wintermans and De Mots (1965). Klorofil daun kedelai diekstraksi menggunakan ethanol 96% sebanyak 10 ml kemudian didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya ekstrak disaring menggunakan kertas filter whatman 40 dan dimasukkan ke dalam kuvet dan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 649 nm dan 665 nm. Berikut adalah perhitungannya :

$$\text{Rumus Klorofil total} = [20,0 \times A_{649} + 6,10 \times A_{665}]$$

3) Bobot Basah dan Kering Tanaman

Prosedur pengukuran bobot basah tanaman yaitu pertama tanaman dipotong berdasarkan masing-masing organ meliputi daun, batang dan akar, kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik. Berat basah tanaman merupakan akumulasi jumlah total dari seluruh organ tanaman. Sedangkan bobot kering dilakukan dengan cara mengeringkan tanaman menggunakan oven terlebih dahulu sampai berat konstan kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Berat kering yang didapatkan merupakan produktivitas tanaman.

4) Hormon Etilen

Hormon etilen tanaman kedelai yang telah dicekam genangan air selama ± 14 hari diukur dengan Gas Chromatograph HITACHI 263-50 mengikuti metode [13].

Total akar segar diambil dari leher akar sepanjang 1 cm dari tinggi genangan [14] sebanyak 20 gram dan dimasukkan ke dalam vakuu aerated tube lalu diinkubasi selama 6 jam. Satu µl gas etilen diambil dengan syringe untuk diukur dengan kromatografi gas [15] menggunakan detektor Flame Ionization Detector. Sampel dipisahkan dengan kolom gas kapiler (30 m x 0,25 µm). Suhu injektor, kolom, dan detektor masing-masing 110, 70, 110oC. Gas pembawa berupa He dengan laju aliran 27 ml/menit. Standar yang digunakan yaitu etilen 0,5%

I. Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor dengan 6 ulangan. Faktor tersebut adalah penggenangan dengan 4 taraf perlakuan yaitu kontrol (G1), 100% (G2), 150% (G3) dan 200% (G4). Penggenangan dilakukan selama 14 hari. Data hasil pengamatan parameter berat basah dan berat kering dianalisis dengan analisis statistik yaitu uji Anova (Analysis of Variance) satu faktor pada taraf

kepercayaan 95%. Jika hasil uji Anova menunjukkan “p value” ≤ 0,05, maka akan dilanjutkan ke uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%, dengan menggunakan program SPSS 16.0 Statistical Software. Data hasil pengamatan hormon etilen, kadar klorofil dan nitrogen daun akan dianalisis secara deskriptif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Cekaman Genangan Terhadap Nitrogen Daun Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan

Nitrogen merupakan komponen utama penyusun protein, klorofil, enzim, hormon dan vitamin, oleh karena hal tersebut maka keberadaannya penting bagi pertumbuhan suatu tanaman. Hasil pengukuran untuk parameter nitrogen daun dapat dilihat pada tabel 3.1.

Pada penelitian ini sampel daun untuk pengukuran N didapatkan dari daun muda pada cabang pertama dan kedua dari titik tumbuh. Hal tersebut dilakukan karena berkaitan dengan mobilitas N. Nitrogen diserap dalam bentuk ion NO₃⁻ dan NH₄⁺ dan merupakan unsur yang sangat mobile (mudah ditranslokasikan) dalam tanaman. Oleh karena itu, gejala kekahatan (kekurangan) N akan nampak pada daun tua karena terjadi relokasi N ke daun yang muda [16].

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa nitrogen daun kedelai kontrol (G0) lebih banyak yaitu mencapai 2,45% dibandingkan dengan perlakuan genangan pada taraf G1 (100%), G2 (150%), dan G3 (200%). Kandungan nitrogen lebih banyak pada kontrol dikarenakan perbedaan penyerapan unsur N. Perbedaan tersebut dapat disebabkan karena akar pada tanaman kontrol dapat menyerap N dengan lebih baik, hal ini kemungkinan didukung oleh kondisi permeabilitas akar yang tidak terganggu, sedangkan pada perlakuan genangan, permeabilitas akar menurun akibat penurunan konduktivitas hidrolik akar, sehingga penyerapan unsur hara N cenderung menurun. Distribusi akar pada tanaman kedelai yang tergenang juga dalam skala mikro dapat mempengaruhi jumlah penyerapan N oleh akar.

B. Pengaruh Cekaman Genangan Terhadap Kadar Klorofil Daun Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan

Klorofil merupakan komponen kloroplas yang utama dan kandungan klorofil ini relatif berkorelasi positif dengan laju fotosintesis [17]. Sintesis klorofil dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti cahaya, gula atau karbohidrat, air, temperatur, faktor genetik, unsur-unsur hara seperti N, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, S dan O [18].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa genangan berpengaruh terhadap klorofil daun kedelai. Klorofil daun kedelai tanpa perlakuan genangan (kontrol) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan genangan pada taraf G1 (100%), G2 (150%) dan G3 (200%). Data kadar klorofil daun kedelai secara detail dapat dilihat pada tabel 3.2.

Penurunan kandungan klorofil berkaitan dengan akitivitas perangkat fotosintesis. Hasil ini didukung oleh [19] yang

menyatakan bahwa pembentukan klorofil dihambat dan terjadi penurunan Rubisco pada saat tanaman tergenang [20]. Menurut [20], genangan pada tanah menyebabkan akar tanaman mengalami gangguan dalam respirasi, penyerapan unsur hara dan metabolisme tanaman secara keseluruhan. Unsur hara yang kurang pada tanaman menyebabkan pembentukan klorofil terganggu dan kadar klorofil pada daun menjadi turun.

Selain itu, telah disebutkan sebelumnya bahwa sintesis klorofil dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya adalah unsur N dan Mg [21]. Genangan menyebabkan pH media cenderung menurun (masam) sehingga menyebabkan serapan N dan Mg menurun dan aktivitas mikroorganisme tanah *Rhizobium* terganggu.

Nitrogen berfungsi dalam membentuk pigmen-pigmen zat hijau daun. Oleh karena itu, gejala visual kekahatan N pada tanaman kedelai ditunjukkan dengan daun berwarna hijau pucat merata [22] dan pada kondisi kekahatan yang parah daun berwarna kuning pucat. Pada tanaman kedelai yang tua, daun-daun bagian bawah menunjukkan gejala kuning yang parah dan akhirnya gugur (Gambar 3.1).

Selain Nitrogen, Magnesium (Mg) juga turut berperan dalam berperan dalam penyusunan zat klorofil. Ion Mg^{2+} merupakan inti dari klorofil. Oleh karena itu, kecukupan Mg sangat diperlukan untuk memperlancar fotosintesis. Gejala visual kahat magnesium (Mg) ditandai dengan klorosis antar tulang-tulang daun, warna berubah menguning. Selain itu, terdapat bercak-bercak berwarna kecoklatan (nekrosis), sedangkan tulang daun tetap berwarna hijau atau hijau pucat [22].

C. Pengaruh Cekaman Genangan Berat Basah dan Kering Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan

Ketersediaan air merupakan faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman karena kekurangan maupun kelebihan berpengaruh terhadap proses metabolisme. Pertumbuhan suatu tumbuhan ini dapat diukur melalui berat basah dan kering serta laju pertumbuhan relatifnya. Hal ini dapat dilihat pada hasil pengukuran untuk parameter berat basah dan kering total tanaman serta berat kering dari masing-masing organ (daun, batang akar). Secara lebih detail data pengukuran tersebut dapat dilihat pada tabel 3.3.

Berdasarkan hasil ANOVA One Way diketahui bahwa faktor cekaman genangan berpengaruh secara nyata terhadap berat basah dan berat kering tanaman dengan nilai p berturut-turut yaitu 0.001 dan 0.000 ($p < 0,05$). Nilai p kurang dari nilai 0,05 menunjukkan hipotesa gagal tolak H_0 . Hasil Uji ANOVA dilanjut dengan Uji DMRT 5% yang memberikan hasil bahwa faktor perlakuan cekaman genangan berpengaruh secara nyata pada berat basah dan berat kering tanaman.

Berat basah tertinggi dicapai pada perlakuan kontrol (G0) dan berat basah terendah pada konsentrasi 200% (G3). Hasil ini dikarenakan berat basah dipengaruhi oleh morfologi tanaman. Pada perlakuan kontrol, daun dan akar berkontribusi besar karena ukuran dan panjang yang lebih besar dibandingkan

perlakuan genangan G1, G2, dan G3 sehingga mempengaruhi akumulasi air yang tersimpan pada organ tersebut. Air merupakan komponen utama dalam kehidupan tanaman, sekitar 70-90% berat segar tanaman adalah berupa air.

Produksi tanaman biasanya lebih akurat dinyatakan dengan ukuran berat kering. Berat kering tumbuhan yang berupa biomassa total, dipandang sebagai manifestasi proses-proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan. Hasil fotosintesis (asimilat) ini umumnya disimpan pada batang, buah, biji atau polong [24].

Hasil produksi tanaman kedelai pada penelitian ini ditunjukkan dengan menimbang berat kering keseluruhan tanaman kedelai yang dipanen (akar, batang dan daun). Pengaruh perlakuan genangan terhadap berat kering tanaman dapat dilihat pada Tabel 3.3. Perlakuan 200% (G3) tanaman mulai mengalami penurunan berat kering secara signifikan. Menurunnya berat kering tanaman dapat disebabkan menurunnya luas daun, klorofil sebagai organel fotosintesis dan metabolisme primer, oleh kondisi akar yang mengalami kerusakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman kedelai varietas Grobogan kurang toleran ditanam pada kondisi tergenang pada fase vegetatif, karena dari penelitian didapatkan hasil tanaman kedelai mengalami penurunan berat hingga 60,41%. Menurut [25], penurunan hasil kedelai pada kondisi tanah tergenang (jenuh air) berkisar antara 15–25% pada umur 15–30 hari (fase vegetatif). Skrining varietas kedelai yang dilakukan oleh [26] selama 14 hari pada keadaan tergenang menunjukkan penurunan hasil rata-rata 61%, yaitu 39% pada varietas toleran dan 77% pada varietas kurang toleran.

Dari rasio tajuk-akar juga dapat diketahui perbedaan alokasi fotosintat. Kedelai varietas Grobogan menunjukkan tanggap yang negatif terhadap kondisi cekaman genangan. Pada kondisi genangan mendorong tanaman kedelai untuk mendistribusikan hasil-hasil fotosintesis dan unsur hara lainnya cenderung ditujukan ke bagian tajuk. Hal ini didasarkan pada rasio tajuk-akar yang didapatkan, dimana berat kering batang dan daun lebih besar dibandingkan dengan akar (Tabel 3.3).

D. Pengaruh Cekaman Genangan Konsentrasi Etilen pada Akar Kedelai Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan

Mekanisme fisiologis yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi stres genangan diantaranya adalah produksi etilen. Dijelaskan bahwa kondisi hipoksia akan meningkatkan ACC (1-aminopropane-1-asam karboksilik) di akar. Konsentrasi etilen pada masing-masing perlakuan secara detail dapat dilihat pada tabel 3.4.

Berdasarkan hasil pengukuran kadar etilen dengan menggunakan GC didapatkan bahwa konsentrasi etilen tertinggi terdapat pada perlakuan genangan 200%. Akan tetapi, konsentrasi etilen yang diukur tidak dapat dijadikan sebagai acuan/parameter dan dampak/respon tanaman pada kondisi genangan mengingat hanya dilakukan pada 1 tanaman atau tanpa ulangan. Namun lebih jauh, Berdasarkan hasil penelitian

[27], pada tanaman *Rumex palustris* menunjukkan bahwa genangan selama satu jam mengakibatkan peningkatan konsentrasi etilen 20 kali dari 0.05 $\mu\text{L L}^{-1}$ menjadi 1.0 $\mu\text{L L}^{-1}$ dibandingkan yang tidak tergenang.

Sintesis etilen meningkat pada sistem akar hipoksia dan dalam pucuk aerobik. Proses pembentukan etilen pada tanaman bermula dari proses biosintesis. Proses pembentukan ACC tidak membutuhkan oksigen, lebih jauh lagi, akumulasi ACC meningkat dalam kondisi aerob [28], akibatnya jumlah ACC meningkat ke pucuk. Jumlah tertinggi dari akumulasi ACC terjadi di bagian terendah dari batang. ACC kemudian dioksidasi menjadi etilen oleh ACC oksidase (ACO). Namun, ACC oksidase menjadi faktor pembatas dalam kondisi genangan karena konversi ini memerlukan adanya O_2 . Dalam keadaan tergenang sebagian (waterlogging) kandungan O_2 dalam akar terbatas bahkan tidak ada. Sebagai hasilnya reaksi ini diblokir dalam sistem akar anaerobik. Dalam kondisi tersebut ACC yang terbentuk diangkut dari sistem akar anaerobik melalui xilem menuju bagian pucuk dimana terdapat oksigen sehingga dapat dengan mudah dikonversi menjadi etilen [29]

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa genangan mengurangi kandungan nitrogen daun, kadar klorofil daun, berat basah dan berat kering tanaman seiring dengan bertambahnya konsentrasi genangan. Kedelai varietas Grobogan yang dicekam genangan pada fase vegetatif mengalami penurunan berat hingga 60,41%, kemudian terdapat alokasi fotosintat yang berbeda antara tanaman kontrol dan perlakuan genangan. Kontrol memiliki rasio akar yang lebih tinggi dibandingkan tajuk sedangkan perlakuan genangan lebih tinggi rasio tajuk dibandingkan akar. Selain itu, Konsentrasi hormon etilen pada akar meningkat pada taraf genangan 200%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis V.S.F mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Agama Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Program Beasiswa Santri Berprestasi (PBSB) tahun 2012-2016. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang memberikan bimbingan pada penelitian ini serta seluruh elemen yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian” Respon Karakter Fisiologis Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan terhadap Cekaman Genangan” ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Waqas, M., Khan, A.L., Kang, S.M., Kim, Y.H., Lee, I.J. Phytohormone-Producing Fungal Endophytes and Hardwood-Derived Biochar Interact to Ameliorate Heavy Metal Stress In Soybeans. *Biol. Fertil. Soils* 50, 1155–1167 (2014). 10.1007/s00374-014-0937-4.
- [2] Bellaloui, N., Hu, Y., Mengistu, A., Kassem, M.A., Abel, C.A. Effects Of Foliar Boron Application On Seed Composition, Cell Wall Boron, and Seed $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ Isotopes in Water-Stressed Soybean Plants. *Front Plant Sci.* 4:270. (2013) 10.3389/fpls.2013.00270.
- [3] Michael, Agustinus – detikfinance. 2016. Ini Kendala Bagi Importir Jalankan Aturan Serap Kedelai Lokal.<<http://finance.detik.com/read/2016/01/05/200604/3111431/1036/ini-kendala-bagi-importir-jalankan-aturan-serap-kedelai-lokal>> [16 Februari 2016].
- [4] Chen, X.P., Cui, Z.L., Vitousek, P.M., Cassman, K. G., Matson P. A., Bai, J. S. Integrated Soil–Crop Management System for Food Security. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 108, (2011) 6399–6404. 10.1073/pnas.1101419108.
- [5] Ahmed, F., Rafii, M.Y., Ismail, M.R., Juraimi A.S., Rahim H.A., Asfalza, R. Waterlogging Tolerance of Crops: Breeding, Mechanism of Tolerance, Molecular Approaches, and Future Prospects. *Biomed Res. Int.* 2013: 963525. 10.1155/2013/963525
- [6] Alam, I., Lee, D.G., Kim, K.H., Park, C.H., Sharmin, S.A., Lee, H. Proteome Analysis of Soybean Roots Under Waterlogging Stress at An Early Vegetative Stage. *J. Biosci.* 35, (2010) 49–62. 10.1007/s12038-010-0007-5.
- [7] Van Toai, T.T., Martin, S.K.St., Chase, K., Boru, G., Schnipke, V., Schmitthenner, A.F., and Lark, K.G. Identification of A QTL Associated with Tolerance of Soybean to Soil Waterlogging. *Crop Sci.* 41: (2001) 1247–1252.
- [8] Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Program Swasembada Kedelai (2008).
- [9] Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Kedelai Varietas Grobogan (2011).
- [10] Budi, D.S. Toleransi kedelai (*Glycine max L.*) Merr.) Terhadap Genangan Air Statis pada Berbagai Fase Pertumbuhan. hlm. 207–212. Dalam V.W. Gunawan, N. Sunarlin, T. Handayani, B. Soegiarto, W. Adil, B. Priyanto, dan Suwarno (Ed.). *Prosiding Lokakarya Penelitian dan Pengembangan Produksi Kedelai di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Teknologi Lingkungan (2000).
- [11] Adie, M.M. Pembentukan varietas unggul kedelai. hlm. 111-142. Laporan Teknis. Malang: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (1997).
- [12] Lorenz, O., and Maynard, D. *Handbook for Vegetable Growers*. New York : University of California (1988).
- [13] Lizada, M.C.C., and Yang, S.F. A Simple Sensitive Assay for 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid. *Anal. Biochem.* 100: (1979) 140-145.
- [14] Yamamoto, F., Sakata, T., Terazawa, K. Physiological, Morphological and Anatomicalresponse of *Fraxinus mandshurica* Seedlings to Flooding. *Tree Physiology* 15: (1995) 713-719.
- [15] Arsana, D., Yahya, S., Lontoh, A.P., dan Pane, H. Hubungan Antara Penggenangan Dini dan Potensi Redoks, Produksi Etilen, dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza Sativa*) Denga Sistem Tabela. *Buletin Agronomi.* 31(2) : (2003) 37-41.
- [16] Taiz, L., and Zeiger, E. *Plant Physiology* 2nd ed. USA: Sinauer Associates, Inc. Pub. Sunderland, MA. p. 523 (1998).
- [17] Li, R., Guo, P., Baum, M., Grando, S., and Ceccarelli, S. Evaluation of Chlorophyll Content and Fluorescence Parameters As Indicators of Drought Tolerance in Barley. *Agricultural Sciences in China*, 5: (2006) 751–757.
- [18] Hendriyani, I.S., dan Setiari, N. Kandungan Klorofil Dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vignasinensis*) Pada Tingkat Penyediaan Air Yang Berbeda. *J. Sains & Mat.* Vol. 17 No. 3, (2009) Hal 150.
- [19] Visser, E.J.W., and Voesenek, L.A.C.J. Acclimation to Soil Flooding–Sensing and Signal-Transduction. *Plant and Soil.* 254: (2004) 197- 214.
- [20] Kosova, K., Vitamvas, P., Prasil, I.T., Renaut, J. Plant Proteome Changes Under Abiotic Stress—Contribution Of Proteomics Studies To Understanding Plant Stress Response. *J Proteom* 74: (2011) 1301–1322.
- [21] Syafi, S. Respons Morfologis dan Fisiologis Bibit Berbagai Genotipe Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) terhadap Cekaman Kekeringan. Tesis. Bogor: IPB (2008).
- [22] Marschner, H. *Mineral Nutrition in Higher Plants*. Academic Press Inc, London Ltd. 674p (1986).
- [23] Balai Penelitian Tanaman Aneka Kaang dan Umbi. Identifikasi Masalah Keharaan Tanaman Kedelai. Kementerian Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2014).
- [24] Gardner, F.P., Pearce R.B., dan Mitchell, R. L. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Terjemahan: Herawati Susilo. Jakarta: UI Press (1991).

- [25] Adisarwanto, T., dan Suhartina. 2001. Tanggap Beberapa Varietas Kedelai Terhadap Kondisi Tanah Jenuh Air. *Penelitian Pertanian* 20: (2001) 88–94.
- [26] Shannon, J.G., Stevens, W.E., Wiebold, W.J., McGraw, R.L., Sleper, D.A., and Nguyen, H.T. Breeding Soybeans For Improved Tolerance to Flooding. *Proc. 35th Soybean Seed Res. Conf. Am. Seed. Chichago: Trade Assoc* (2005).
- [27] Peeters, A.J.M., Cox, C.H., Benschop, J.J., Vreeburg, R.A.M., Bou, J., Voesenek, L.A.C.J. Submergence Research Using *Rumex Palustris* As A Model: Looking Back And Going Forward. *J. Exp. Bot.* 53: (2002) 391-398.
- [28] Kende, H., and E. Cohen. In vivo 1-aminocyclopropane-1- carboxylate synthase activity in internodes of deep water rice: enhancement by submergence and low oxygen levels. *Plant Physiology*, vol. 84 (1987) pp. 282–286
- [29] Bardford, K.I., and Yang, S.P. Physiological Response of Plants to Waterlogging. *Hort. Sci.* 16(1); (1981) 25-28.
- [30] Yang, S.F., and Hoffman, N.E. Ethylene Biosynthesis and Its Regulation in Higher-Plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 35: (1984) 155–189.