

Analisis Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Varietas Grobogan Pada Kondisi Cekaman Genangan

Eka Afiyanti Rohmah, 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—Tanaman Kedelai (*Glycine max. L.*) adalah tanaman pangan yang penting terkait kandungan nutrisinya, terutama kandungan protein yang tinggi. Kebutuhan yang meningkat tidak diimbangi dengan peningkatan produksinya. Salah satunya karena pengaruh faktor cekaman genangan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh cekaman genangan terhadap pertumbuhan tanaman kedelai dan profil protein pada kondisi stres genangan. Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktorial pada taraf kepercayaan 95% untuk analisis kuantitatif, berupa pengamatan pertumbuhan yang meliputi parameter tinggi tanaman, jumlah cabang, luas daun, berat basah dan berat kering, panjang akar tanaman dan jumlah akar adventif. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa cekaman genangan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan pada beberapa parameter pertumbuhan. Penurunan paling signifikan terjadi pada perlakuan cekaman genangan dengan konsentrasi genangan 200%. Secara berturut-turut, untuk parameter luas daun, berat basah dan berat kering serta panjang akar tanaman sebesar 15.99 cm², 3.16 g, 0.59 g, 15.38 cm. Parameter akar adventif mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi cekaman. Peningkatan jumlah akar adventif tertinggi terjadi pada genangan 200% dengan nilai tertinggi 18,00..

Kata Kunci— Cekaman Genangan, *Glycine max L.*, SDS-PAGE.

I. PENDAHULUAN

TANAMAN Kedelai merupakan tanaman penting dalam memenuhi kebutuhan pangan dalam rangka perbaikan gizi masyarakat, karena merupakan sumber protein nabati yang relatif murah bila dibandingkan sumber protein lainnya seperti daging, susu, dan ikan. Kadar protein biji kedelai lebih kurang 35%, karbohidrat 35%, dan lemak 15%. Di samping itu, kedelai juga mengandung mineral seperti kalsium, fosfor, besi, vitamin A dan B [1].

Kebutuhan akan kedelai terus meningkat dari tahun ke tahun linear dengan peningkatan jumlah penduduk, sementara produksi yang dicapai belum mampu mengimbangi kebutuhan tersebut. Pada tahun 2004 misalnya, kebutuhan kedelai di Indonesia diperkirakan mencapai 1.951.100 ton sedangkan produksi pada tahun yang sama hanya 672.439 ton [2] yang menunjukkan defisit 1.278.661 ton (34,46%). Untuk

memenuhi jumlah kekurangan ini dan mempertahankan tingkat konsumsi yang cukup pada masa mendatang, hasil tanaman kedelai harus terus ditingkatkan.

Genangan merupakan masalah utama dibanyak daerah pertanian di dunia dan kedelai, merupakan tanaman yang peka terhadap genangan [3]. Di Indonesia, kedelai umumnya diusahakan di lahan sawah setelah padi. Kondisi tanah yang tergenang (jenuh air) akibat air sisa penanaman padi atau air hujan sering menjadi salah satu penyebab rendahnya produktivitas kedelai di lahan sawah [4]. Genangan atau kondisi jenuh air disebabkan oleh kandungan lengas tanah yang berada di atas kapasitas lapang.

Tersedianya varietas unggul kedelai toleran genangan dapat menjadi salah satu upaya peningkatan produksi kedelai. Hingga saat ini, upaya menekan kehilangan hasil akibat genangan melalui teknik budidaya dianggap memadai, tetapi informasi mengenai kultivar kedelai yang toleran terhadap genangan relatif terbatas. Perakitan varietas kedelai toleran genangan dapat dimulai dengan mengetahui karakter yang berhubungan dengan toleransi kedelai terhadap genangan, dilanjutkan dengan memahami pewarisan karakter tersebut dan mengidentifikasi varietas yang membawa karakter tersebut. Pemahaman tentang masalah genangan dan mekanisme toleransi tanaman terhadap genangan penting pula untuk menentukan strategi seleksi dalam program pembudidayaan kedelai toleran genangan.

Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan percobaan mengenai analisis pertumbuhan kedelai varietas Grobogan yang dicekam genangan. Sehingga dapat dijadikan informasi awal dalam pengembangan kedelai toleran genangan dengan memahami karakter-karakter penting yang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi, pola pewarisan karakter dan sumber gennya dapat menjadi peluang pengembangan kedelai toleran genangan. Dengan demikian, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui batas toleransi dan respon cekaman genangan pada varietas Grobogan. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk memberikan informasi kondisi fisiologis dan tingkat toleransi tanaman kedelai varietas Grobogan pada kondisi tercekam genangan.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Urban Farming, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan Laboratorium Biokimia Jurusan Biologi Universitas Brawijaya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Mei 2016.

B. Prosedur Kerja

Penelitian dilakukan sesuai dengan metode sebagai berikut

1) Persiapan Benih

Biji kedelai vaarietas Grobogan diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (BALITKABI), Kendal Payak-Malang. Biji kedelai direndam terlebih dahulu untuk mempercepat proses tumbuhnya tunas biji kedelai. Perendaman dilakukan selama 6 jam menggunakan aquades. Kemudian ditiriskan selama 2 jam selanjutnya ditanam pada potray hingga berumur 7 hari (tumbuh dua daun)

2) Persiapan Media Tanam

Pembuatan media tanam dilakukan dengan menyiapkan tanah taman, pupuk organik dan arang sekam dengan komposisi 2 kg tanah taman, 0,5 kg arang sekam dan 0,5 kg pupuk organik sehingga didapatkan berat total sebanyak 3 kg.

3) Pengukuran Kapasitas Lapang

Pengukuran kapasitas lapang bertujuan untuk menentukan volume penyiraman sebagai patokan pemberian taraf penggenangan yaitu dilakukan dengan cara media tanam dalam polybag disiram dengan air sampai menetes kemudian didiamkan selama kurang lebih 3 hari sampai tidak ada air yang menetes lagi. Kemudian media tanam ditimbang berat basah dan berat keringnya. Berat basah ditimbang setelah tidak ada air yang menetes lagi dari dalam polybag. Berat kering ditimbang setelah media tanam dioven pada suhu 1050C selama 24 jam sampai didapatkan berat konstan. Kebutuhan Air berdasarkan Kapasitas Lapang dihitung dengan rumus:

$$KL (\%) = \frac{Tb - Tk}{Tk} \times 100\% \quad [5]$$

Keterangan :

KL = Kapasitas Lapang

Tb = Berat Basah

Tk = Berat Kering

4) Persiapan penanaman Bibit Tanaman Kedelai

Benih tanaman kedelai disemai pada potray yang terdiri dari media tanam (tanah taman, dan kompos dengan perbandingan 2:1) yang dilakukan selama 7 hari penyemaian, dan disiram setiap pagi dan sore. Pada usia 8 hari, bibit dipindahkan ke dalam polybag tanpa lubang berisi media tanam yang terdiri dari (tanah taman, arang sekam, dan kompos dengan perbandingan 2:1) berat media total sebesar 3 kg. Selanjutnya, bibit diaklimatisasi selama 14 hari.

5) Perlakuan Cekaman Genangan

Dalam penelitian ini digunakan metode cekaman genangan

statis dan dilakukan di dalam Green House. Tanaman yang telah diaklimatisasi selama 14 hari, kemudian dilakukan pemberian cekaman genangan selama 10 hari. Perlakuan cekaman dilakukan saat tanaman berumur 21 HST [6]. Setiap tanaman diberi cekaman genangan dengan lima perbedaan konsentrasi genangan yaitu 100% digunakan sebagai kontrol, 125% diatas kebutuhan air maksimum, 150% diatas kebutuhan air maksimum, 175% diatas kapasitas kebutuhan air maksimum, dan 200% diatas kapasitas kebutuhan air maksimum. Volume air genangan pada setiap konsentrasi genangan dijaga dan dipertahankan selama 10 hari perlakuan cekaman. Diberi penanda untuk memudahkan mengetahui tinggi genangan air dalam proses pengecekan volume air yang berkurang. Proses pengecekan volume air pada polybag dilakukan setiap hari. Tinggi genangan air dipertahankan selama 10 hari masa cekaman. Masing-masing perlakuan cekaman genangan dilakukan sebanyak 7 kali pengulangan.

6) Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi : mempertahankan konsentrasi genangan air, penyiangan dan pembubuhan. Penyiangan dilakukan terhadap gulma yang tumbuh didalam petak percobaan dengan cara mencabut. Pada saat bersamaan juga dilakukan pembubuhan agar tanaman tetap kokoh ketika kondisi tanaman dalam keadaan tergenang.

7) Pemanenan

Pemanenan tanaman kedelai dilakukan setelah lebih kurang 2 minggu (10 hari) perlakuan [7]. Masing-masing tanaman pada tiap-tiap perlakuan diambil kemudian ditiriskan untuk menghindari kebusukan. Tanaman dimasukkan ke dalam wadah ice box untuk selanjutnya disimpan dalam suhu 40C dan diberi label.

8) Pengamatan Morfologi

Pengamatan morfologi dilakukan dengan mengambil satu tanaman dari tiap satuan percobaan termasuk kontrol. Variabel pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah cabang, luas daun, berat basah dan berat kering, panjang akar, dan akar adventif.

C. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Rancangan Acak Kelompok yang disusun dengan percobaan faktorial yang terdiri dari 1 faktor. Faktor pertama adalah pemberian konsentrasi genangan yang terdiri dari 5 tingkatan konsentrasi genangan yaitu G0 = kontrol, G1 = konsentrasi cekaman genangan sebesar 125%, G2 = konsentrasi cekaman genangan sebesar 150%, G3 = konsentrasi cekaman genangan sebesar 175%, G4 = konsentrasi cekaman genangan sebesar 200%. Setiap perlakuan dikombinasikan sehingga didapatkan 5 perlakuan.



Gambar 1. Panjang Akar Tanaman Kedelai Varietas Grobogan Setelah 14 Hari Perlakuan. Berturut-turut 100%, 125%, 150% dan 200%.



Gambar 2. Akar adventif tanaman Kedelai Varietas Grobogan yang tercekam genangan.

Tabel 1.

Pengaruh Penggenangan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, luas daun, berat basah, berat kering, panjang akar dan akar adventif kedelai Varietas Grobogan

Konsentrasi cekaman (%)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang	Luas daun (cm ²)	PARAMETER PERTUMBUHAN			
				Berat basah (g)	Berat kering (g)	Panjang akar (cm)	Akar adventif
100	33,12 ± 6,93a	7,50 ± 1,04a	25,31 ± 6,13a	5,09 ± 1,74a	1,15 ± 0,36a	46,85 ± 7,70a	0,00 ± 0,00c
125	33,56 ± 9,65a	7,00 ± 1,26ab	24,42 ± 6,43ab	5,03 ± 1,77a	1,00 ± 0,32ab	19,60 ± 3,58ab	0,00 ± 0,00c
150	38,72 ± 11,21a	6,50 ± 1,37ab	15,32 ± 4,37c	3,24 ± 1,27a	0,63 ± 0,33b	18,53 ± 3,22b	7,66 ± 1,63bc
175	36,04 ± 4,49a	6,33 ± 1,21ab	15,50 ± 5,17a	3,18 ± 1,24a	0,62 ± 0,18b	18,45 ± 3,26b	12,00 ± 3,28ab
200	37,85 ± 4,83a	5,50 ± 0,83b	15,99 ± 2,50bc	3,16 ± 0,37a	0,59 ± 0,14b	15,38 ± 3,79b	18,00 ± 11,78a

Keterangan : Angak-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan Uji Tukey pada taraf 0,05

Setiap perlakuan diulang 6 kali sehingga diperoleh 30 pot percobaan.

A. Analisis Data

Data dianalisis dengan analisis keragaman ANOVA One Way untuk mengetahui pengaruh faktor perlakuan konsentrasi genangan air terhadap morfologi tanaman kedelai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Cekaman Genangan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max. L.*)

Pertumbuhan tanaman digunakan sebagai indikator untuk mengetahui karakteristik tanaman dan hubungannya dengan faktor lingkungan. Telah dilakukan penelitian, untuk mengetahui tanggapan tanaman kedelai varietas Grobogan terhadap penggenangan pada vase pertumbuhan vegetatif. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi penggenangan secara nyata berpengaruh pada beberapa parameter pertumbuhan yang meliputi luas daun, berat basah, berat kering, panjang akar, dan akar adventif.

Pada kondisi lingkungan yang tidak mendukung seperti terjadinya genangan, tanaman dapat mengalami cekaman dan terhambat pertumbuhannya. Luas daun, berat basah, berat kering dan panjang akar menurun secara nyata dengan semakin meningkatnya tingkat cekaman genangan. Penurunan paling signifikan terjadi pada perlakuan cekaman genangan dengan konsentrasi genangan 200%.

Tabel. 1 menunjukkan bahwa tinggi tanaman terhadap perlakuan penggenangan tidak berpengaruh. Perlakuan penggenangan secara nyata meningkatkan tinggi tanaman seiring dengan semakin tingginya konsentrasi penggenangan.

Setelah dilakukan Uji Anova didapatkan bahwa antara perlakuan kontrol dan perlakuan cekaman genangan tidak berbeda nyata. Hal ini dimungkinkan disebabkan karena penggenangan menyebabkan nutrisi menjadi lebih tersedia bagi tanaman yang kemudian digunakan tanaman untuk pertumbuhannya yang ditunjukkan dengan meningkatnya tinggi tanaman. Hal ini juga didukung oleh pernyataan [8] bahwa penggenangan meningkatkan ketersediaan nutrisi yang dibantu oleh aktivitas mikrobia. Ketersediaan hara yang optimal memberikan kontribusi pada pertumbuhan tanaman. Selain itu, menurut penelitian [9] bahwa adanya penggenangan akan memacu elongasi batang sebagai salah satu strategi penghindaran (escape strategy) terhadap penggenangan untuk membantu kebutuhan oksigen dan karbondioksida untuk mendukung respirasi aerob dan fotosintesis [10].

Etilen merupakan salah satu hormon yang menstimulus adanya percepatan pemanjangan sel saat tanaman berada dalam kondisi tergenang. Etilen tidak memacu pertumbuhan batang secara langsung tetapi melalui aksi giberelin. Selama penggenangan kondisi lingkungan dengan konsentrasi CO₂ dan cahaya yang rendah menyebabkan reduksi kemampuan fotosintesis pada tanaman yang tergenang. Karbohidrat terutama sebagai suplai energi untuk memelihara metabolisme selama penggenangan [11]. Fungsi etilen tidak hanya berperan dalam elongasi sel tetapi juga pembelahan sel [12].

Berdasarkan Tabel 1, pengaruh penggenangan terhadap pertumbuhan jumlah cabang tanaman kedelai, cenderung mengalami penurunan saat diberikan cekaman genangan. Hal ini menunjukkan bahwa cekaman genangan air mempengaruhi jumlah cabang tanaman pada kedelai varietas Grobogan. Pada hasil Uji Anova yang disajikan pada tabel 1, menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi cekaman genangan berpengaruh

nyata terhadap jumlah cabang dengan rata-rata total pada setiap konsentrasi genangan yang teramati adalah, 100% = 7,5, 125% = 7,0, 150% = 6,5, 175% = 6,3, dan 200% = 5,5. Pada konsentrasi cekaman genangan sebesar 200% memberikan hasil yang sangat berbeda secara signifikan dengan perlakuan kontrol (100%) dan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi genangan. Pada cekaman 100% jumlah cabang memberikan hasil yang lebih tinggi. Namun, pada konsentrasi genangan 150% dan 175% jumlah cabang yang terbentuk memberikan hasil rata-rata yang hampir sama.

Jumlah cabang dipengaruhi oleh konsentrasi hormon sitokinin endogen. Konsentrasi hormon sitokinin dipengaruhi oleh keberadaan auksin. Sitokinin bersama-sama dengan auksin akan memberikan pengaruh interaksi terhadap diferensiasi jaringan [13]. Keberadaan sitokinin dalam konsentrasi tertentu memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tunas dikarenakan selain untuk menstimulasi pembelahan sel, sitokinin dapat menghambat pembentukan akar dan berperan dalam proses proliferasi tunas-tunas baru [14].

Hasil analisis variasi genangan terhadap berat basah dan berat kering tanaman kedelai menunjukkan adanya beda nyata yang disebabkan oleh perlakuan. Data rata-rata berat basah dan berat kering tanaman kedelai setelah diberi perlakuan genangan air dari berbagai konsentrasi dapat dilihat pada tabel 1. Berat kering merupakan petunjuk yang menentukan baik tidaknya pertumbuhan suatu tanaman. Berat kering merupakan akumulasi hasil fotosintat yang berupa protein, karbohidrat dan lipid. Dimana timbunan hasil fotosintesis ini umumnya disimpan pada batang, buah, biji atau polong [15].

Selain itu, efek utama dari penggenangan ini yaitu kerusakan pada perakaran utama tanaman. Akar merupakan organ tanaman yang berfungsi sebagai alat penyerapan air dan mineral hara dari medium habitatnya [16]. Rasio panjang akar juga dapat digunakan sebagai indikator adanya kelebihan air pada tanaman. Berdasarkan hasil ANOVA One Way (tabel 1) diketahui bahwa faktor cekaman genangan berpengaruh secara nyata terhadap panjang akar tanaman dengan nilai $p = 0,000$.

Berdasarkan gambar diatas, menunjukkan bahwa cekaman genangan air mempengaruhi panjang akar pada tanaman kedelai varietas Grobogan. Panjang akar pada saat tergenang cenderung menurun saat diberi perlakuan cekaman genangan. Hal ini terjadi karena terhambatnya pembelahan sel-sel akar sehingga terjadi penurunan panjang akar saat kondisi stres genangan [17]. Terhambatnya pembelahan atau perpanjangan sel-sel akar ini diakibatkan oleh meningkatnya sintesis hormon etilen pada saat kondisi tergenang. Karena hormon etilen itu sendiri merupakan inhibitor sintesis hormon auksin dan hormon sitokinin. Panjang akar menurun seiring dengan meningkatnya cekaman genangan. Panjang akar mulai menurun secara signifikan pada cekaman 125% sampai dengan cekaman 200% seperti yang terlihat gambar 1 diatas.

Tanaman kedelai yang tergenang mampu membentuk akar adventif [18]. Hal ini terjadi karena tanaman memiliki daya adaptasi terhadap lingkungan perakaran yang kekurangan

oksigen cara membentuk akar lateral dan akar adventif. Pada saat tanaman dalam keadaan hipoksia (kekurangan O_2), akar adventif akan terbentuk pada bagian atas akar mendekati permukaan tanah dimana tekanan oksigen tinggi. Akar adventif dapat mengurangi pengaruh buruk genangan dengan memperluas area perakaran ke udara, meningkatkan respirasi aerob, dan mengoksidasi rizosfer [19].

Hasil Uji kuantitatif dengan ANOVA One Way (tabel 1) diketahui bahwa faktor cekaman genangan berpengaruh terhadap jumlah akar adventif tanaman dengan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$). Nilai p kurang dari nilai 0,05 menunjukkan hipotesa H_0 ditolak. Hasil Uji ANOVA dilanjut dengan Uji Tukey yang memberikan hasil bahwa faktor perlakuan cekaman genangan berpengaruh secara nyata pada akar adventif tanaman selama tergenang.

Berdasarkan gambar diatas, terlihat bahwa semakin tinggi cekaman genangan yang diberikan semakin panjang pula akar adventif yang terbentuk seperti yang terlihat pada gambar (gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang mengalami cekaman genangan akan menunjukkan respon secara morfologi berupa pembentukan akar adventif untuk dapat bertahan dalam kondisi tercekam genangan. Pembentukan akar adventif meningkat secara signifikan pada cekaman 150%. Terbentuknya akar adventif muncul dari bagian batang tanaman yang terendam dan tumbuh horizontal. Akar adventif ini merupakan pengganti akar asli yang telah rusak dan memiliki kemampuan dan fungsi yang sama. Dengan adanya akar adventif ini dapat mengurangi pengaruh buruk genangan dengan memperluas area perakaran ke udara, meningkatnya respirasi aerob dan meningkatkan oksigen di daerah rhizosfer [20].

IV. KESIMPULAN

Cekaman genangan pada tanaman kedelai varietas Grobogan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. hal ini ditunjukkan dengan adanya penurunan pada beberapa parameter pertumbuhan. Penurunan paling signifikan terjadi pada perlakuan cekaman genangan dengan konsentrasi genangan 200%. Secara berturut-turut, untuk parameter luas daun, berat basah dan berat kering serta panjang akar tanaman sebesar 15.99 cm², 3.16 g, 0.59 g, 15.38 cm. Parameter akar adventif mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi cekaman. Peningkatan jumlah akar adventif tertinggi terjadi pada genangan 200% dengan nilai tertinggi 18,00.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Triono Bagus Saputro, S.Si, M.Biotech., Ir. Sri Nurhatika M.P., Dr.rer.nat Ir. Maya Shovitri, M.Si., dan Ibu Wirdhatul Muslihatin, S.Si, M.Biotech., terima kasih atas waktu dan bimbingannya. Kepada Kepada Kedua Orang tua terima kasih atas segala doa dan kasih sayangnya. Serta teman-teman seperjuangan B-15 angkatan 2012 dan seluruh pihak yang

telah banyak membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H.S. Suprpto. Bertanam Kedelai. Cetakan Kedua puluh. Jakarta : Penerbit Penebar Swadaya. (2001).
- [2] Y. A. Hilman, Kasno, dan N. Saleh. Kacang-kacangan dan umbi-umbian: Kontribusi terhadap ketahanan pangan dan perkembangan teknologinya. Dalam Makarim, et al. (penyuting). Inovasi pertanian tanaman pangan. Puslitbangtan Bogor: 95-132 hlm. (2004.)
- [3] S., Shimamura, T. Mochizuki, Y. Nada, and M. Fukuyama. Formation and function of secondary aerenchyma in hypocotyl, roots and nodules of soybean (*Glycine max*) under flooded condition. *Plant Soil*: 351–359. (2003).
- [4] M.M. Adie,. Pembentukan varietas unggul kedelai. hlm. 111–142. Laporan Teknis 1997. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. (1997).
- [5] I.K. Hendriyani, dan N. Setiari. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna Sinensis*) pada Tingkat Penyediaan Air yang Berbeda. *Jurnal Sains & Mat*. Vol. 17 No. 3: 145-150. (2009).
- [6] Kurniawan, Hayat, R., Ali, S., Amara, U, Khalid, R. & Ahmed, I. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Ann. Microbiol*. DOI 10.1007/s13213-010-0117-1. (2014).
- [7] N., Hidayati. Karakteristik Morfologi Tanaman Pakan Indigofera zollingeriana pada Berbagai Taraf Stres Kekeringan dan Interval Pemangkasan. *JTV*. Vol. 17 No. 4: 276-283. (2012).
- [8] P.A., Roger,. Zimmerman, W.J. & Lumpkin, T.A. Microbiological Management of Wetland Rice Fields. *Soil Microbial Ecology*. Edited by Meeting, F.B., Marcel Dekker, Inc. New York. p: 417-447. (1992).
- [9] N., Kawano. Ella, E., Ito, O., Yamauchi, Y. & Tanaka, K. Metabolic changes in rice seedlings with different submergence tolerance after desubmergence. *Environmental and Experimental Botany*. 47:195–203. (2002).
- [10] W.M., Vriezen Zhou, Z. & Van Der Straeten, D. Regulation of Submergence-induced Enhanced Shoot Elongation in *Oryza sativa* L. *Annals of Botany*, 91:263-270. doi: 10.1093/aob/mcf121. (2003).
- [11] M.B., Jackson & Colmer, T.D. Response and Adaptation by Plants to Flooding Stress. *Annals of Botany*. 96: 501–505. doi:10.1093/aob/mci205 (2005).
- [12] T. Sato., Harada T, Ishizawa K. Stimulation of glycolysis in anaerobic elongation of pondweed (*Potamogeton distinctus*) turion. *J. Exp. Bot*. 53:1847–56. (2002).
- [13] Hendaryono, Daisy.P.S dan Ari Wijayani. Teknik Kultur Jaringan (Pengenalan dan Petunjuk Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif-Modern). Penerbit Kanisius. Yogyakarta (1994).
- [14] E. F., George and P. D. Sherrington. *Plant Propagation by Tissue Culture*. England: Exegetics limited. (1984).
- [15] L., Firdaus, N., Wulandari, S. dan Mulyeni, G. D. Pertumbuhan Akar Tanaman Karet Pada Tanah Bekas Tambang Bauksit Dengan Aplikasi Bahan Organik. *Jurnal Biogenesis* 10: 1. (2013).
- [16] S, Haryanti. Jumlah dan Distribusi Stomata pada Daun Beberapa Spesies Tanaman Dikotil dan Monokotil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 18 (2). (2010).
- [17] M.A., Hossain, dan S.N. Uddin. Mechanism of Waterlogging Tolerance in Wheat : Morphological and Metabolic Adaptations Under Hypoxia or Anoxia. *Australian Journal of Crop Science* 5: 1094-1101. (2011).
- [18] W, Ralph. Soybean respond to controlled waterlogging. *Rural Res*. 120: 4-8. (1983)
- [19] M, Bacanamwo and L.C. Purcell. Soybean root morphological and anatomical traits associated with acclimation to flooding. *Crop Sci*. 39: 143–149. (1999).
- [20] R. T, Hapsari Dan Adie, M.M. Peluang Perakitan dan Pengembangan Kedelai Toleran Genangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 29 (2): 50-57 (2010).