



**KARAKTERISTIK FISILOGI RUMPUT BENGGALA (*Panicum maximum*) PADA TANAH SALIN YANG DIPERBAIKI
(Physiology Characteristic of Benggala grass (*Panicum maximum*)
at repair of salin soil)**

C. J. Pradewa, Sumarsono, dan F. Kusmiyati

Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang

ABSTRACT

Research use saline soil from Kaliiori, Rembang, Central Java, in green house and Plant and feed science Laboratorium, of animal husbandry and agricultural faculty, Diponegoro University. The research to evaluated Physiology Characteristic of Benggala grass that, wide leaf area, a chlorophyll, b chlorophyll, total chlorophyll, and nitrat reductase activity at repair of saline soil. Research use complete random program, and duncan test with 3 rasio, and 7 treatment. Control (P0), gypsum (P1), ash hull of rice (P2), animal fertilizer (P3), gypsum and ash hull of rice combination (P4), gypsum and animal fertilizer combination (P5), ash hull of rice and animal fertilizer combination (P6). Repair of saline soil with gypsum and animal fertilizer combination (P5) have best effect, than other treatment. This effect give highest on the average at parameter of wide leaf area, and so of a chlorophyll, b chlorophyll, total chlorophyll, and nitrat reductase.

Kay word : Saline soil, Benggala grass, Leaf Area, chlorophyll, Nitrat Reductase Activity.

ABSTRACT

Penelitian menggunakan tanah salin asal kecamatan Kaliiori, Rembang Jawa Tengah dan dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Ilmu Tanaman Makanan Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, untuk mengkaji karakteristik fisiologi rumput benggala yaitu luas daun, klorofil a, b, dan total, serta aktivitas nitrat reduktase, pada tanah salin yang diperbaiki. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang di lanjutkan dengan uji jarak berganda duncan, yang terdiri 3 ulangan dan 7 perlakuan, yaitu kontrol (P0), gipsum (P1), abu sekam padi (P2), pupuk kandang (P3), kombinasi gipsum dan abu sekam padi (P4), kombinasi gipsum dan pupuk kandang (P5), kombinasi abu sekam padi dan pupuk kandang (P6). Perbaikan tanah salin menggunakan perlakuan kombinasi pupuk kandang gipsum (P5) memiliki pengaruh paling baik dibandingkan dengan perlakuan lain. Perlakuan kombinasi gipsum pupuk kandang, menunjukkan nilai rata-rata paling tinggi pada parameter luas daun, begitu pula pada klorofil a, klorofil b, klorofil total serta aktivitas nitrat reduktase.

Kata kunci : Tanah Salin, Rumput Benggala, Luas Daun, Klorofil, Aktivitas Nitrat Reduktase.

PENDAHULUAN

Tanah salin merupakan suatu kondisi tanah yang memiliki kandungan akumulasi garam yang terlarut dalam tanah. Tanah dikatakan salin jika konsentrasi garam natriumnya tinggi dan memiliki PH diatas $7 < 8,5$. Konsentrasi garam yang tinggi mengakibatkan plasmolisis yaitu keluarnya H_2O tanaman dapat menimbulkan kematian (Tan, 1995). Sumarsono, *et al.*, (2009) berpendapat bahwa, pada tanah salin aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi dan mineralisasi terhambat akibat salinitas, sehingga ketersediaan unsur hara tidak cukup meningkat. Purbajanti, *et al.*, (2007) melaporkan penelitian terhadap lima jenis rumput pakan, yaitu rumput raja (*Pennisetum hybrida*), rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), rumput benggala (*Panicum maximum*), rumput setaria (*Setaria sphacelata*) dan rumput bintang (*Cynodon plectostachyus*), rumput benggala ternyata yang paling unggul dan adaptif untuk di kembangkan di wilayah pantai.

Pemberian gypsum pada tanah salin memperbaiki sifat fisik dan kimia seperti KTK (kapasitas tukar kation) dan kapasitas menahan air, meningkatkan kandungan Ca dan S yang merupakan unsur essensial tanaman dan sebagai pemantap tanah serta mampu menurunkan pH (Sasongko dan Warsito, 2003). Dalam mengatasi masalah salinitas atau kadar Na yang tinggi diperlukan bahan amandemen seperti gipsum. Gipsum dapat menggantikan ion sodium dalam tanah dengan kalsium, sehingga secara otomatis dapat membuang sodium dan meningkatkan perkolasi tanah (Subagyono, 2005). Gipsum dapat digunakan sebagai amandemen tanah salin karena dapat digunakan sebagai pupuk sulfur dan kalsium, hal ini sinergis dengan keadaan tanah salin yang didominasi dengan kandungan natrium dibandingkan kalsiumnya (Franzen *et al.*, 2006).

Abu sekam padi merupakan limbah pabrik padi yang banyak mengandung K_2O dengan kandungan 1,59% K_2O (Sitanggang, 2010). Sekam padi pada tanah salin, dapat membantu mempercepat proses reklamasi dan meningkatkan hasil tanaman (Sutanto, 2002). Dwidjoseputro (1978) menyatakan bahwa, K^+ ion dari garam K_2SO_4 dapat masuk ke dalam sel tanaman karena adanya tarikan dari OH^- , sedang ion-ion H^+ yang tersisa kemudian tertarik keluar oleh SO_4^{+} hingga tersusun garam H_2SO_4 yang kemudian mengakibatkan keasaman tanah dan menurunkan pH tanah

Ketidak lengkapan unsur hara makro dan mikro, dapat mengakibatkan hambatan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta produktivitasnya. pupuk kandang selain mengandung unsur hara makro (Nitrogen, Fosfor, Kalium dsb.) juga mengandung unsur-unsur hara mikro (kalsium, magnesium, tembaga serta sejumlah kecil mangan tembaga, borium, dll) yang semuanya menyediakan unsur-unsur bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sutejo, 1999). Peningkatan bahan organik pada tanah cekaman salinitas bermanfaat untuk menetralkan akibat buruk dari pengaruh salinitas, yaitu melalui pejerapan ion Na oleh koloid bahan organik dan penangkapan Na oleh pelepasan CO_2 dari bahan organik, dan juga menjaga kelembaban tanah sehingga menurunkan salinitas tanah. Penambahan tingkat C organik tanah sebesar 1,5 % (ditambah 1,16 % C organik tanah asal) sudah cukup untuk memperbaiki penampilan tanaman rumput gajah (Sumarsono *et al.*, 2009).

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Nopember 2011 sampai dengan Mei 2012 di rumah kaca dan Laboratorium Ilmu Tanaman Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian menggunakan tanah salin dari Kaliori Rembang. Penelitian merupakan percobaan menggunakan pot dalam rumah kaca, dengan tanah salin sebagai media tanam dan rumput benggala sebagai objek penelitian. Percobaan disusun berdasarkan rancangan acak lengkap, dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan yaitu kontrol (P0), gipsum (P1), abu sekam padi (P2), pupuk kandang (P3), kombinasi gipsum dan abu sekam padi (P4), kombinasi gipsum dan pupuk kandang (P5), kombinasi abu sekam padi dan pupuk kandang (P6). Pols Rumput Benggala ditanam dalam pot kapasitas 10 kg menggunakan media perlakuan berbagai upaya perbaikan tanah salin yang sebelumnya sudah di inkubasi selama 1 bulan. Penambahan pupuk NPK di berikan saat penanaman rumput sebagai pupuk tambahan. Pengukuran karakter fisiologi dilakukan pada umur 60 hari, meliputi Luas daun, Aktivitas Nitrat Reduktase, dan Klorofil. Pengukuran total luas daun dilakukan dengan metode komputersasi dengan menggunakan software Image J dari gambar foto kamera digital. Pengukuran kadar klorofil dilakukan, dengan pengukuran absorbansi erhadap ekstrak klorofil. Ekstrak klorofil diambil dari daun yang ditumbuk halus dan dilarutkan dengan aseton 10 ml 80%, Ekstrak klorofil kemudian ditambah aseton 80% hingga volemnya menjadi 50 ml. Hasil campuran diambil 2,5 ml, dan ditambah aseton hingga volume 5 ml. Pengukuran arbsobansi dilakukan dengan spektrofotometer menggunakan panjang gelombang 645 nm untuk klorofil a, dan 663 nm untuk klorofil b, kadar klorofilnya dihitung menggunakan petunjuk (Prawiranata, *et al.*, 1981).

Aktivitas Nitrat Reduktase diukur dengan arbsobansi hasil inkubasi potongan daun dalam buffer fosfat dan NaNO_3 , menggunakan spectofotometer. Daun sebanyak 0,3 gram yang diiris tipis, dimasukkan dalam tabung plastik hitam yang ditambahkan larutan buffer fosfat 5 ml selama 18-24 jam. Setelah masa inkubasi, larutan buffer Fosfat diganti larutan buffer fosfat baru 4,9 ml, dan 0,1 ml larutan 5M NaNO_3 , selama 3 jam. Pengukuran dilakukan dengan pencampuran 1 ml rendaman dengan larutan N-naftil etilen diamine 0,2 ml dan 1% sulfanil amida 0,2 ml dalam tabung reaksi sampai homogen, dan berwarna merah muda. Larutan ditambahkan aquades sebanyak 9,5 ml hingga terisi 10 ml. Arbsobansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Larutan standar dibuat dengan campuran 4 mm NaNO_3 , 0,2 ml larutan N-Naftil etilen diamine dan 0,2 ml larutan 1% sulfanil amida dalam tabung reaksi sampai homogen. Aquades ditambahkan hingga volume 10 ml dan arbsobansi diukur dengan spektrofotometer pada gelombang 540 nm. Aktivitas Nitrat Reduktase dihitung menggunakan petunjuk (Hartiko, 1987).

Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan analisis ragam, rancangan acak lengkap (RAL) dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Daun

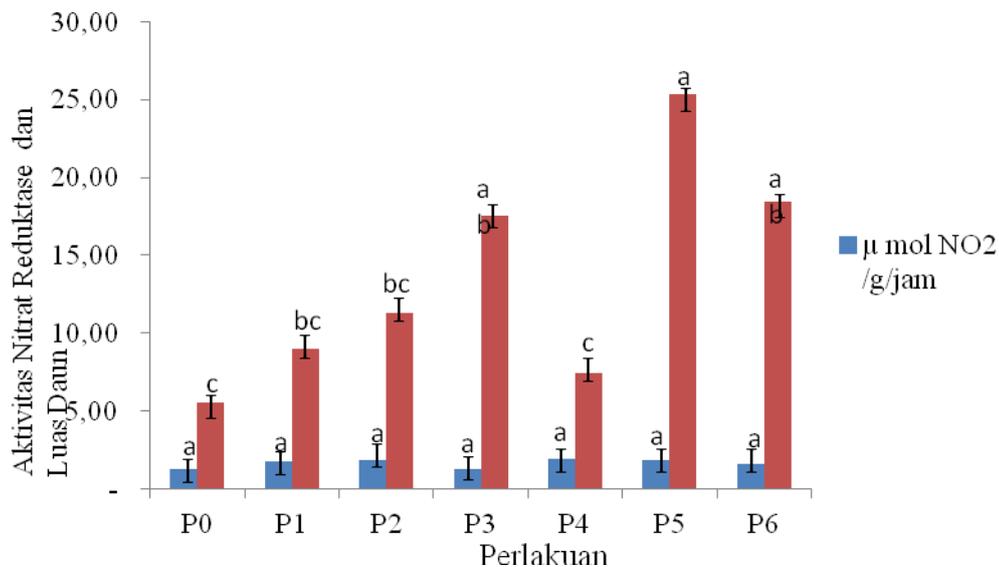
Hasil pengamatan di antara semua upaya perbaikan tanah salin, menggunakan perlakuan tunggal maupun kombinasi, diketahui nilai (P1, P2, P3, P4, P5 dan P6) menunjukkan nilai lebih besar dari kontrol (P0) (Tabel 1). Perlakuan yang memiliki nilai rata-rata paling tinggi adalah perlakuan kombinasi gipsium pupuk kandang (P5). Hasil UJBD, nilai tertinggi P5 berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan P0, P1, P2, dan P4 tetapi tidak berbeda nyata dengan P3 dan P6. Hal ini membuktikan pengaruh baik pupuk kandang yang dikombinasikan dengan gipsium, dalam memperbaiki kondisi tanah salin.

Tabel 1. Perhitungan Luas daun dan Aktivitas Nitrat Reduktase pada Berbagai Upaya Perbaikan Tanah Salin

Perlakuan	luas daun (dm ²)	ANR (μ mol NO ₂ /g/jam)
Kontrol (P0)	5, 51 ^c	1,27
Gipsium (P1)	8, 97 ^c	1,73
Abu sekam (P2)	11, 31 ^{bc}	1,87
Pupuk kandang (P3)	17, 55 ^b	1,25
Gipsium & Abu Sekam (P4)	7, 43 ^c	1,92
Gipsium & Pupuk kandang (P5)	25, 31 ^a	1,82
Abu Sekam & Pupuk kandang (P6)	18, 41 ^{ab}	1,64

Huruf yang berbeda dalam kolom yang sama pada tiap jenis tanah tidak menunjukkan berbeda nyata ($P > 0,05$) Uji Duncan.

Gipsium diketahui bermanfaat dalam menurunkan salinitas, dengan kandungan Ca⁺ serta SO₄⁻ mampu membawa Na⁺ terlarut bersama air, sehingga tanaman dapat dengan mudah menyerap unsur hara yang dibutuhkan. Penambahan pupuk kandang sebesar 495 ton/ha dimaksudkan untuk meningkatkan C organik tanah mulai dari 0,5 menjadi 2%, sehingga diharapkan mampu memperbaiki kondisi salinitas tanah, serta meningkatkan unsur hara tanaman, yang bermanfaat meningkatkan metabolisme dan pertumbuhan tanaman. Sumarsono, *et al.*, (2009) berpendapat bahwa, Penambahan tingkat C organik tanah sebesar 1,5 % (ditambah 1,16 % C organik tanah asal) sudah cukup untuk memperbaiki penampilan tanaman rumput gajah dari peningkatan kandungan bahan organik tanah sampai tingkat 4,5 % C organik. peningkatan bahan organik pada tanah cekaman salinitas bermanfaat untuk menetralkan akibat buruk dari pengaruh salinitas, yaitu melalui pejerapan ion Na oleh koloid bahan organik.



Ilustrasi 1. Perhitungan Luas Daun Tanaman pada kontrol (P0); Gypsum (P1); abu sekam padi (P2); pupuk kandang (P3); Gypsum dan abu sekam padi (P4); Gypsum dan pupuk kandang (P5); abu sekam padi dan pupuk kandang (P6).

Dwidjoseputro, (1978) berpendapat bahwa, unsur hara tanah yang mudah tergeser dan terganti adalah Na^+ , dan yang paling sulit H^+ . Urutan unsur hara tanah dari yang paling sulit tergeser sampai unsur yang mudah tergeser adalah H^+ , Ca^+ , Mg^+ , K^+ , NH_4^+ , Na^+ . Subagyono, (2005) berpendapat bahwa, dalam mengatasi masalah salinitas atau kadar Na yang tinggi diperlukan bahan amandemen seperti gipsium. Gipsium dapat menggantikan ion sodium dalam tanah dengan kalsium, sehingga secara otomatis dapat membuang sodium dan meningkatkan perkolasi tanah. Penggunaan gipsium (CaSO_4) dapat mempercepat pencucian Na dan mengurangi salinitas tanah. Sutanto (2002) berpendapat bahwa, pupuk kandang mempunyai pengaruh yang baik terhadap sifat fisik dan kimia tanah karena dapat mempertahankan kesuburan tanah. Selain mengandung N,P dan K dalam jumlah yang rendah, pupuk kandang juga dapat memasok unsur hara mikro esensial.

Aktivitas Nitrat Reduktase

Hasil pengamatan aktivitas nitrat reduktase pada berbagai upaya perbaikan tanah salin (P1, P2, P3, P4, P5 dan P6) (Tabel 1), Hasil pengamatan menunjukkan tidak terdapat nilai yang lebih besar dari kontrol (P0). Diketahui perlakuan yang memiliki nilai rata-rata paling tinggi, adalah perlakuan kombinasi gipsium abu sekam padi (P4), pada nilai tertinggi P4 hasilnya menunjukkan tidak berbeda berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan semua perlakuan P0, P1, P2, P3, P5, dan P6. Hal ini mungkin disebabkan pengaruh keberadaan substrat serta aktifitas enzim nitrat reduktase itu sendiri pada tubuh tanaman. Dwijoseputro (1978) berpendapat bahwa, kecepatan reaksi dalam suatu proses kimia biasa itu tidak konstan,

kegiatan pada permulaan reaksi tidak sama dengan kegiatan pada pertengahan atau pada akhir reaksi. Hal ini disebabkan oleh hasil akhir yang tertimbun. Sirajuddin (2011) menyatakan bahwa, pada titik maksimum, semua enzim telah jenuh dengan substrat, sehingga penambahan substrat sudah tidak akan meningkatkan kecepatan reaksi enzimatik dengan kata lain, kecepatan reaksi enzimatik berbanding lurus dengan konsentrasi enzim sampai batas tertentu, sehingga reaksi mengalami kesetimbangan. Pada saat setimbang, peningkatan konsentrasi enzim sudah tidak berpengaruh.

Hal lain yang mungkin dapat terjadi adalah disebabkan kesulitan tanaman dalam memperoleh air. Sifat tanah salin yang banyak mengandung garam menyebabkan tekanan osmotik tanah lebih tinggi dari tanaman, sehingga menyebabkan tanaman mengalami dehidrasi karena keluarnya air dari dalam tanaman. Tan (1995) berpendapat bahwa, Tanah salin merupakan suatu kondisi tanah yang memiliki kandungan akumulasi garam yang terlarut dalam tanah. Konsentrasi garam yang tinggi mengakibatkan plasmolisis yaitu keluarnya H₂O tanaman dapat menimbulkan kematian. Pada Perlakuan abu sekam padi (P2), kandungan K⁺ pada abu sekam padi mampu menjaga tekanan osmotik tanaman. Air merupakan salah satu faktor dalam berbagai macam proses fotosintesis, aktivitas nitrat reduktase merupakan suatu proses yang prosesnya bergantung terhadap proses fotosintesis tanaman. Lativa dan Anggarwulan (2009) berpendapat bahwa, aktivitas nitrat reduktase dipengaruhi oleh cahaya yang meningkatkan laju fotosintesis, karena proses fotosintesis akan menghasilkan karbohidrat dan NADH yang diperlukan untuk reduksi nitrat. Lakitan (2010) berpendapat bahwa, Kekurang air dapat menghambat laju fotosintesis. Kalium merupakan ion yang berperan dalam mengatur potensi osmotik sel.

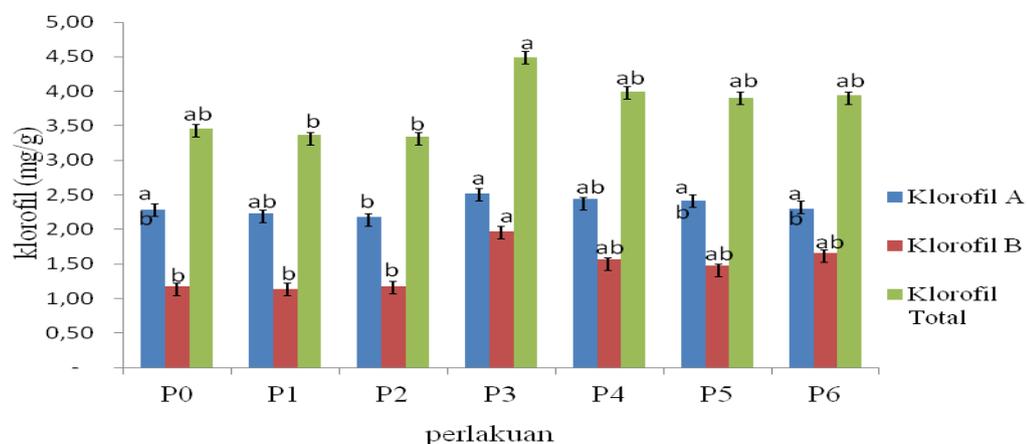
Kadar Klorofil

Hasil pengamatan klorofil a, b, dan total pada berbagai upaya perbaikan tanah salin (P1, P2, P3, P4, P5 dan P6) (Tabel 2), Hasil pengamatan menunjukkan terdapat nilai yang tidak lebih besar dari kontrol (P0). Diketahui perlakuan tunggal pupuk kandang (P3) memiliki nilai rata-rata paling tinggi pada klorofil a, b, dan total. Hasil UJBD, klorofil a nilai tertinggi P3 Tidak berbeda nyata (P>0,05) dengan P0, P1, P4, P5, dan P6 namun berbeda nyata dengan P2. Pada Klorofil b nilai tertinggi P3 berbeda nyata (P<0,05) dengan P0, P1, P2 namun tidak berbeda nyata (P> 0,05) dengan P4, P5, P6. Pada klorofil total nilai tertinggi P3 berbeda nyata dengan P1, P2 namun tidak berbeda nyata (P>0,05) dengan P0, P4, P5, P6. Hal ini mungkin diakibatkan pengaruh intensitas cahaya dalam rumah kaca yang memiliki intensitas merata, sehingga sintesis klorofil tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Sintesis klorofil sangat bergantung pada faktor-faktor pembentuk klorofil dalam pembentukannya, banyak sedikitnya klorofil dapat berpengaruh terhadap metabolisme serta produktivitas tanaman, terutama fotosintesis.

Tabel 2. Perhitungan Klorofil A, B, dan Total pada Berbagai Upaya Perbaikan Tanah Salin,

Perlakuan	klorofil A	klorofil B	klorofil Total
	----- mg/g-----		
Kontrol (P0)	2,29 ^{ab}	1,17 ^b	3,47 ^{ab}
Gypsum (P1)	2,24 ^{ab}	1,14 ^b	3,37 ^b
Abu sekam (P2)	2,18 ^b	1,17 ^b	3,35 ^b
Pupuk kandang (P3)	2,52 ^a	1,97 ^a	4,49 ^a
Gypsum & Abu Sekam (P4)	2,43 ^{ab}	1,57 ^{ab}	4,00 ^{ab}
Gypsum & Pupuk kandang (P5)	2,42 ^{ab}	1,48 ^{ab}	3,90 ^{ab}
Abu Sekam & Pupuk kandang (P6)	2,29 ^{ab}	1,65 ^{ab}	3,95 ^{ab}

Keterangan : Huruf yang berbeda dalam kolom yang sama pada tiap jenis tanah tidak menunjukkan berbeda nyata ($P > 0,05$) Uji Duncan.



Ilustrasi 3. Perhitungan Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil total Tanaman pada kontrol (P0); Gypsum (P1); abu sekam padi (P2); pupuk kandang (P3); Gypsum dan abu sekam padi (P4); Gypsum dan pupuk kandang (P5); abu sekam padi dan pupuk kandang (P6).

Faktor-faktor yang mempengaruhi sintesis klorofil oleh Dwijoseputro (1978) disebutkan meliputi: cahaya, gula atau karbohidrat, air, temperatur, faktor genetik dan unsur-unsur nitrogen, magnesium, besi, mangan, Cu, Zn, sulfur, dan oksigen. Faktor dalam fotosintesis adalah cahaya, CO₂, klorofil, suhu temperatur, dan air. Dalam tubuh tanaman terdapat *protoklorofil* yang mirip dengan klorofil a. Reduksi *protoklorofil* untuk diubah menjadi klorofil a memerlukan bantuan sinar matahari. Nitrogen, Magnesium, Besi menjadi unsur pembentuk klorofil yang harus ada keberadaannya, kekurangan salah satu unsur akan mengakibatkan tanaman mengalami klorosis. Salisbury dan Ross (1992) menyatakan bahwa, nitrogen erat kaitannya dengan sintesis klorofil sintesis protein maupun enzim. Enzim (*rubisco*) berperan sebagai katalisator dalam fiksasi CO₂ yang dibutuhkan tanaman untuk fotosintesis

SIMPULAN

Upaya perbaikan tanah salin sebagai media tanam rumput benggala, dengan menggunakan perlakuan kombinasi pupuk kandang gipsium memiliki pengaruh paling baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya, hal ini ditunjukkan pada perhitungan luas daun dengan hasil nilai rata-rata paling tinggi dibanding semua perlakuan, termasuk pada parameter lain pada klorofil a, klorofil b, klorofil total serta aktivitas nitrat reduktase.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwidjoseputro, D. 1978. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. PT Gramedia. Jakarta.
- Franzen, D., G. Rehm dan J. Gerwing. 2006. Effectiveness of Gypsum in the North-central region of the U.S. North Dakota State University Fargo, North Dakota.
- Hartiko. 1987. Optimasi metode pengukuran Kegiatan nitrat reduktase invivo daun berbagai spesies tanaman Produksi. Laboratorium Biokimia Fakultas Biologi, Laporan Penelitian Universitas Gadjahmada, Yogyakarta.
- Lakitan, B. 2010. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Cetakan Keempat. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Latifa I. C. dan Anggarwulan E, 2009 Kandungan nitrogen jaringan, aktivitas nitrat reduktase, dan biomassa tanaman kimpul (*Xanthosomasagittifolium*) pada variasi naungan dan pupuk nitrogen. *Bioteknologi*6 (2): 70-79.
- Purbajanti, E.D., D. Soetrisno., E.Hanudin dan S.P.S. Budi. 2007. Karakteristik lima jenis rumput pakan pada berbagai tingkat salinitas. *J. Pengembangan Peternakan Tropis*. 32 (3) : 186-197.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1992. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 3 Edisi ke-4, Institut Teknologi Bandung, (Diterjemahkan oleh D.R. Lukman dan Sumaryono). Bandung.
- Sasongko, E.P dan Warsito. 2003. Perilaku garam Na (Sodium) pada beberapa tinggi kolom tanah salin dan pemberian amandemen. *J. Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian*. 3 (1) : 51-55.
- Sirajuddin, S. 2011. Penuntun Pratikum Biokimia. UNHAS, Makassar.
- Sitanggang. 2010.[http://www.usu.ac.id/respository usu.ac.id](http://www.usu.ac.id/respository%20usu.ac.id).diakses 10 juni 2012.
- Subagyo, K. 2005. Rehabilitasi lahan pasca tsunami di Nanggroe Aceh Darussalam. Balai Penelitian Tanah, Badan Litbang Pertanian. Bogor. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id/dokumentasi/leaflet/tsunami.pdf> Diakses Tanggal 6 Februari 2012.
- Sumarsono, S. Anwar, Widjajanto D. W., Budianto S. 2009. Peranan Pupuk Organik untuk Perbaikan Penampilan dan Produksi Hijauan Rumput Gajah Pada Tanah Masam. Fakultas Peternakan, Laporan Penelitian, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sutejo, M. M. 1999. Pupuk dan Cara Pemupukan. Rineka Cipta, Jakarta
- Sutanto. 2002. Penerapan Pertanian Organik. Kanisius, Yogyakarta.
- Prawiranata, H Said, T Pin. 1981. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan Jilid II. Bogor. IPB Press.
- Tan, K.H. 1995. Dasar-dasar Kimia Tanah. Cetakan keempat. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta. (diterjemahkan oleh Didiek Hadjan Goenadi).