

PENGARUH PERBAIKAN TANAH SALIN TERHADAP KARAKTER FISILOGIS *Calopogonium mucunoides*

Kusmiyati,F., Sumarsono, and Karno¹
Faculty of Animal Agriculture, Diponegoro University,
Tembalang campus, Semarang, 50275, Indonesia
email : fkusmiyati@yahoo.co.id

ABSTRAK

Peralihan fungsi lahan pertanian menjadi wilayah pemukiman dan industri menyebabkan semakin berkurangnya lahan pertanian. Hal tersebut menyebabkan pengembangan pertanian perlu diarahkan pada lahan-lahan marginal seperti tanah salin. Tanah salin adalah tanah yang mengandung garam terlarut netral dalam jumlah tertentu yang berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Penelitian yang dilaksanakan bertujuan mengkaji pengaruh perbaikan tanah salin secara kimia dan biologi terhadap karakter fisiologis *Calopogonium mucunoides*. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan. Perbaikan tanah salin dilakukan melalui penambahan gipsium (P1), pupuk kandang (P2), abu sekam padi (P3), tanaman halofita (P4), gipsium dan pupuk kandang (P5), gipsium dan abu sekam padi (P6), gipsium dan tanaman halofita (P7), pupuk kandang dan abu sekam padi (P8), pupuk kandang dan tanaman halofita (P9), abu sekam padi dan tanaman halofita (P10) dan tanpa penambahan sebagai kontrol (P0). Parameter yang diamati adalah kandungan klorofil a, kandungan klorofil b, kandungan total klorofil, aktivitas nitrat reduktase, luas daun dan laju fotosintesis. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan uji lanjut dengan uji wilayah ganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan kandungan klorofil a, klorofil b, total klorofil, aktivitas nitrat reduktase dan laju fotosintesis calopo berbeda nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi pada perlakuan perbaikan tanah salin dibandingkan kontrol. Kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil calopo pada perlakuan kombinasi pupuk kandang dan abu sekam padi serta kombinasi gipsium dan pupuk kandang berbeda nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Aktivitas nitrat reduktase dan laju fotosintesis calopo pada perlakuan kombinasi pupuk kandang dan abu sekam padi serta perlakuan pupuk kandang berbeda nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi daripada perlakuan lainnya. Simpulan adalah perbaikan tanah salin dengan penambahan kombinasi pupuk kandang dan abu sekam padi meningkatkan karakter fisiologis *Calopogonium mucunoides* pada tanah salin.

Kata kunci : aktivitas nitrat reduktase, Calopogonium mucunoides, klorofil, laju fotosintesis perbaikan tanah, tanah salin.

ABSTRACT

Conversion of agriculture land to residential and industry areas cause the decrease in agricultural land. This led to the development of agriculture should be directed to marginal lands such as saline soils. Saline soils are soils that contain neutral soluble salts in a certain amount that adversely affect plant growth and production. The purpose of this experiment was to evaluate the effect of saline soil reclamation on physiological characters of *Calopogonium mucunoides*. The experiment design was a completely randomized design with three replications. Saline soil reclamation through the addition of gypsum (P1), manure (P2), rice husk ash (P3), halophyte plant (P4), gypsum and manure (P5), gypsum and rice husk ash (P6), gypsum and halophyte plant (P7), manure and rice husk ash (P8), manure and halophyte plant (P9), rice husk ash and halophyte plant (P10) and without the addition as the control (P0). The parameters measured were chlorophyll a content, chlorophyll b content, total chlorophyll content, nitrate reductase activity, leaf area and photosynthesis rate. Data were analyzed with analysis of variance and followed by Duncan multiple range test. The results showed the content of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, nitrate reductase activity, leaf area and photosynthetic rate of calopo significantly ($P < 0.05$) higher at the reclamation treatment compared to the control. The content of chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll of calopo in treatment of manure and rice husk ash combination (P9), and also gypsum and manure combination (P6) were significantly ($P < 0.05$) higher than other treatments. Nitrate reductase activity and the rate of photosynthesis of calopo in treatment of manure and rice husk ash combination (P9), and also manure treatments (P3) were significantly ($P < 0.05$) higher than other treatments. It can be concluded that saline soil reclamation with the addition of manure and rice husk ash combination increased physiological characters of *Calopogonium mucunoides* on saline soil.

Keywordsn: Calopogonium mucunoides, chlorophyll, nitrate reductase activity, photosynthesis rate, saline soil, soil reclamation.

PENDAHULUAN

Tanah yang subur untuk lahan pertanian semakin berkurang dari tahun ke tahun. Hal tersebut menyebabkan pengembangan pertanian beralih ke lahan marginal seperti tanah salin. Penyebab tanah menjadi salin adalah intrusi air laut, air irigasi yang mengandung garam atau tingginya penguapan dengan curah hujan yang rendah sehingga garam-garam akan naik ke daerah perakaran. Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi tanah salin yang sangat luas. Abrol *et al.* (1988) melaporkan luastanahsalin di Indonesiadiperkirakan mencapai 13,2 juta ha. Luas tanah salin sekarang ini tentu semakin meningkat karena perubahan iklim dunia yaitu kenaikan suhu dan kenaikan permukaan air laut.

Kendala dalam pemanfaatan tanah salin untuk budidaya tanaman adalah tingginya kadar garam terlarut utamanya NaCl. Munns (2002) menyatakan salinitas menurunkan kemampuan tanaman menyerap air sehingga menyebabkan penurunan kecepatan pertumbuhan. Apabila tanaman menyerap garam berlebihan akan menyebabkan keracunan pada daun tua. Hal tersebut akan menyebabkan penuaan daun lebih awal dan mengurangi luas daun yang berfungsi pada proses fotosintesis.

Karakter fisiologis tanaman dapat dilihat dari aktivitas nitrat reduktase, kandungan klorofil, luas daun dan laju fotosintesis. Aktivitas nitrat reduktase adalah enzim yang mereduksi nitrat menjadi nitrit dalam tanaman. Nitrit kemudian dirubah menjadi amonium oleh enzim nitrit reduktase. Lakitan (2000) menyatakan faktor-faktor yang pada umumnya mempengaruhi aktivitas enzim adalah konsentrasi substrat, konsentrasi enzim, pH, produk reaksi dan senyawa penghambat enzim. Aktivitas nitrat reduktase ini memerlukan elektron donor utama yaitu NADH (nikotinamida adenin dinukleotida hidrogen) yang merupakan hasil proses fotosintesis (Lillo, 1994). Aktivitas nitrat reduktase *Vigna radiata* menurun pada perlakuan NaCl 10 – 100 mM dalam media tumbuh (Padder *et al.*, 2012).

Klorofil di dalam daun dibedakan menjadi dua yaitu klorofil a dan klorofil b. Klorofil b berfungsi sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan cahaya. Cahaya yang dikumpulkan oleh klorofil b 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 (Taiz dan Zeiger, 1991). Jamil *et al.* (2012) melaporkan kandungan klorofil a dan klorofil b tanaman padi menurun dengan meningkatnya NaCl (0 sampai 150 mM) dalam media tumbuh. Stres garam lebih mempengaruhi kandungan klorofil a dibanding klorofil b.

Kusmiyati *et al.* (2009) melaporkan penurunan luas daun lamtoro dan centro secara nyata dengan meningkatnya konsentrasi NaCl dari 0 mM – 100 mM. Penurunan luas daun tersebut merupakan adaptasi morfologi tanaman pada kondisi salin. Haryadi dan

Yahya (1988) menyatakan bentuk adaptasi morfologi tanaman pada stress salin adalah perubahan struktur mencakup ukuran daun yang lebih kecil, stomata yang lebih kecil per satuan luas daun, peningkatan sukulensi, penebalan kutikula dan lapisan lilin pada permukaan daun serta lignifikasi akar yang lebih awal. Daun merupakan organ tanaman yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Wen-Yuan *et al.* (2012) melaporkan laju fotosintesis menurun dengan meningkatnya salinitas pada media tumbuh. Penurunan laju fotosintesis pada perlakuan NaCl 200 mmol/l dibandingkan kontrol sebesar 87.7%.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pengaruh buruk dari tanah salin adalah melakukan perbaikan tanah salin melalui cara kimia dan biologi. Perbaikan tanah salin banyak dilakukan secara kimia dengan penambahan bahan pembenah tanah seperti gipsum atau CaSO₄ (Makoi dan Verplancke, 2010). Reklamasi secara biologi dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik/pupuk organik seperti pupuk kandang (Kusmiyati *et al.*, 2002); penanaman tanaman halofita pada tanah salin seperti rumput *Leptochloa fusca* (Ahmad dan Chang, 2002) atau legum *Glycyrrhiza glabra* (Khusiev *et al.*, 2005) atau *Portulaca oleracea* (Zuccarini, 2008). Penambahan kalium juga dapat memperbaiki pengaruh buruk dari tanah salin (Karimi *et al.*, 2009; Paksoy *et al.*, 2010).

Penelitian yang dilaksanakan bertujuan untuk mengkaji pengaruh perbaikan tanah salin secara kimia dan biologi terhadap karakter fisiologis *Calopogonium mucunoides*. Manfaat penelitian adalah memberikan informasi cara melakukan perbaikan tanah salin kepada peternak di daerah pesisir pantai untuk meningkatkan produksi hijauan pakan.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Tanahsalin diambil dari Kecamatan Kaliwiro Kabupaten Rembang Provinsi Jawa Tengah. Tekstur tanah adalah lempung berdebu. Kemasaman tanah (pH) adalah 8,3 dengan daya hantar listrik (DHL) adalah 11,1. Berdasarkan klasifikasi tanah salin menurut Abrol *et al.* (1988), salinitas tanah tersebut digolongkan tinggi.

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan. Perbaikan tanah salin dilakukan melalui penambahan gipsum (P1), pupuk kandang (P2), abusekampadi (P3), tanaman halofita (P4), gipsum dan pupuk kandang (P5), gipsum dan abu sekam padi (P6), gipsum dan tanaman halofita (P7), pupuk kandang dan abusekampadi (P8), pupuk kandang dan tanaman halofita (P9), abu sekam padi dan tanaman halofita (P10) dan tanpa penambahan sebagai kontrol (P0).

Perhitungan dosis gipsum menurut Franzen *et al.* (2006). Dosis gipsum adalah 2,6 ton/ha. Pupuk kandang yang digunakan adalah pupuk kandang kotoran sapi. Perhitungan dosis pupuk kandang berdasarkan kadar C-organik tanah salin yang

dinaikkan menjadi 1%. Kadar C-organik tanah salin awal adalah 0,33%. Kekurangan C-organik sebesar 0,67% ditambahkan dari pupuk kandang. Dosis pupuk kandang dalam bahan segar adalah 178 ton /ha. Dosis abu sekam padi didasarkan pada dosis K_2O yaitu 150 kg K_2O /ha. Kadar K abu sekam padi adalah 4,8%. Dosis abu sekam padi adalah 2,6 ton/ha. Perlakuan gipsum, pupuk kandang dan abu sekam padi diaplikasikan pada saat tanam calopo. Tanaman halofita yang ditanam adalah *Portulaca sp.* Tanaman halofita ditanam 3 bulan sebelum penanaman benih calopo. Sebelum penanaman benih calopo, tanaman halofita termasuk akarnya dibongkar.

Benih calopo ditanam pada pot yang berisi 10 kg tanah salin. Pemupukan dengan pupuk buatan dilakukan pada saat tanam dengan dosis 60 kg N/ha, 150 kg P_2O_5 /ha dan 100 kg K_2O /ha. Penyiraman tanaman dilakukan setiap hari sesuai kapasitas lapang. Defoliiasi calopo pada umur 12 minggu setelah tanam.

Parameter fisiologi yang diamati adalah aktivitas nitrat reduktase, kandungan klorofil a, kandungan klorofil b, kandungan total klorofil, luas daun dan laju fotosintesis. Laju fotosintesis diamati 1 hari sebelum defoliiasi. Parameter lain diamati pada saat defoliiasi. Aktivitas nitrat reduktase diukur dengan metode Hartiko (1986). Kandungan klorofil diukur menurut metode Arnon (Kumar *et al.*, 2012). Luas daun diukur dengan cara mengambil foto semua daun pada setiap tanaman. Luas daun dihitung dengan perbandingan pixel foto daun dengan foto luas kertas standar dengan program Image-J. Laju fotosintesis diukur menurut Sitompul dan Guritno (1995).

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan uji lanjut dengan uji jarak ganda Duncan (UJGD) (Steel dan Torrie, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Klorofil

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan perbaikan tanah salin berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil calopo. Hasil uji Duncan menunjukkan kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil pada perlakuan perbaikan tanah salin nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan kontrol. Perlakuan perbaikan tanah salin memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah sehingga meningkatkan kesuburan tanah (Tabel 1).

Kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil calopo pada perlakuan pupuk kandang atau abu sekam padi nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal lainnya. Kandungan klorofil a, klorofil b dan total klorofil pada perlakuan kombinasi pupuk kandang dengan abu sekam padi dan kombinasi gipsum dengan pupuk kandang nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal maupun perlakuan kombinasi lainnya. Hal ini menunjukkan perbaikan tanah salin dengan kombinasi pupuk kandang dengan abu sekam padi serta kombinasi gipsum dan pupuk kandang merupakan perbaikan

tanah salin yang terbaik dalam meningkatkan kandungan klorofil calopo.

Tabel 1. Kandungan Total Klorofil dan Aktivitas Nitrat Reduktase Kalopo pada Berbagai Reklamasi Tanah Salin

Perlakuan	Klorofil a	Klorofil b	Total Klorofil
	mg/g daun	mg/g daun	mg/g daun
Kontrol	1,2 ^e	0,6 ^{fg}	1,8 ^e
Gipsum	1,8 ^{cd}	0,9 ^{de}	2,7 ^c
Pupuk kandang	2,0 ^{bc}	1,1 ^{cd}	3,1 ^b
Abu sekam	2,1 ^b	1,0 ^{cd}	3,1 ^b
Halofita	1,7 ^d	0,5 ^g	2,3 ^d
Gipsum + Pupuk kandang	2,3 ^a	1,4 ^{ab}	3,7 ^a
Gipsum + Abu sekam	1,7 ^d	1,0 ^{cd}	2,7 ^c
Gipsum + Halofita	1,6 ^d	0,8 ^{ef}	2,4 ^d
Pupuk kandang + Abu sekam	2,5 ^a	1,6 ^a	3,9 ^a
Pupuk kandang + Halofita	1,8 ^{cd}	1,1 ^{cd}	2,9 ^{bc}
Abu sekam + Halofita	1,8 ^{cd}	1,2 ^{bc}	3,0 ^b

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada 1 kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji jarak ganda Duncan ($P < 0,05$)

Perbaikan tanah salin dengan kombinasi pupuk kandang dan abu sekam padi meningkatkan kandungan klorofil. Hal ini dikarenakan penggunaan pupuk kandang menurunkan salinitas tanah dan meningkatkan ketersediaan N tanah. Hasil penelitian Mulyono (2001) menunjukkan perlakuan pupuk kandang akan menurunkan daya hantar listrik (DHL). Daya hantar listrik pada perlakuan pupuk kandang 6 ton/ha adalah 17,7 mS, sedangkan pada perlakuan tanpa pupuk kandang adalah 23,5 mS. Penurunan DHL akan mengurangi pengaruh buruk dari salinitas tanah dan meningkatkan serapan unsur hara terutama nitrogen. Nitrogen merupakan faktor yang sangat berperan pada sintesis klorofil a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) dan klorofil b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$). Pupuk kandang yang diaplikasikan pada tanah salin akan meningkatkan kandungan N tanah sehingga serapan N juga meningkat. Orman (2012) menyatakan penambahan pupuk kandang meningkatkan secara nyata kandungan N tomat pada kondisi salin. Kadar N tanaman tomat meningkat dari 1,9% pada perlakuan tanpa pupuk kandang menjadi 2,1% pada perlakuan pupuk kandang. Abu sekam padi merupakan sumber kalium (K) bagi tanaman. Kalium adalah hara makro yang penting dan kation yang paling banyak ditemukan pada tanaman. Hasil penelitian Kaya *et al.* (2001) menunjukkan kandungan klorofil meningkat pada perlakuan suplai K di tanah salin.

Perlakuan kombinasi gipsum dengan pupuk kandang meningkatkan kandungan klorofil calopo. Hal ini dikarenakan kandungan sulfur (S) pada gipsum dan peran mikroorganisme tanah pada oksidasi S. Hasil penelitian Orman (2012) menunjukkan penambahan S nyata meningkatkan total klorofil. Pupuk kandang merupakan sumber S dan mikroorganisme tanah. Hasil penelitian Bharadwaj *et al.* (2011) menunjukkan populasi fungi, bakteri dan aktinomycetes berturut-turut adalah sebesar $3,1 \times 10^3$; $4,7 \times 10^3$; $3,7 \times 10^3$

per gram. Mikroorganisme tanah tersebut sangat berperan pada oksidasi S. Tanaman menyerap S dalam bentuk sulfat (SO_4^{2-}). Sulfur dalam gipsium dan pupuk kandang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tanaman. Sulfur tersebut dioksidasikan menjadi sulfat oleh mikroorganisme tanah

Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR)

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan perbaikan tanah salin berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap ANR calopo. Aktivitas nitrat reduktase calopo pada perlakuan perbaikan tanah salin nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan kontrol. Perbaikan tanah salin dengan pupuk kandang nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal lainnya (Tabel 2). Aktivitas nitrat reduktase pada perbaikan tanah salin kombinasi gipsium dengan abu sekam padi, kombinasi pupuk kandang dengan abu sekam padi serta kombinasi pupuk kandang dengan tanaman halofita nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan kombinasi lainnya

Faktor-faktor yang pada umumnya mempengaruhi aktivitas enzim adalah konsentrasi substrat, konsentrasi enzim, pH, produk reaksi dan senyawa penghambat enzim (Lakitan, 2000). Substrat ANR adalah nitrat yang diserap oleh tanaman. Ketersediaan N tanah meningkat pada perbaikan tanah salin dengan pupuk kandang. Pelepasan $NH_4 - N$ pada tanah salin dengan perlakuan pupuk kandang nyata lebih tinggi daripada kontrol (tanpa pupuk kandang). Kandungan $NH_4 - N$ pada kontrol adalah 2 -

serapan unsur hara termasuk nitrogen dan kalium. Abu sekam padi sebagai sumber K pada tanah diharapkan akan meningkatkan serapan K tanaman. Kalium berfungsi sebagai aktivator berbagai enzim termasuk enzim nitrat reduktase.

Peranan gipsium pada peningkatan ANR calopo dikarenakan perbaikan sifat fisika tanah salin. Mulyono (2001) menyatakan penambahan gipsium pada tanah salin akan meningkatkan indeks stabilitas agregat tanah secara nyata. Gipsium ($CaSO_4$) merupakan bahan yang relatif mudah larut sehingga ion kalsium (Ca) yang dihasilkan akan lebih banyak, Kalsium menggantikan Na pada kompleks jerapan sehingga Na akan tercuci sehingga terbentuk agregat yang lebih mantap.

ANR calopo tinggi pada perlakuan kombinasi pupuk pupuk kandang dan tanaman halofita. Tanaman halofita adalah tanaman adalah tanaman yang toleran pada salinitas tinggi. Mekanisme toleransi tanaman halofita adalah mekanisme morfologi dan mekanisme fisiologi. Adaptasi morfologi tanaman pada tanah salin mencakup ukuran daun yang lebih kecil, stomata yang lebih kecil per satuan luas daun, peningkatan sukulensi, penebalan kutikula dan lapisan lilin pada permukaan daun serta lignifikasi akar yang lebih awal (Haryadi dan Yahya, 1988). Mekanisme fisiologi antara lain osmoregulasi, kompartementasi dan sekresi garam; serta integritas membran (Sipayung, 2003). Hasil penelitian Zuccarini (2008) menunjukkan penanaman *Portulaca oleracea* bersama dengan tomat pada tanah salin menurunkan DHL tanah salin. Penurunan DHL akan mengurangi pengaruh buruk dari tanah salin sehingga meningkatkan serapan hara terutama nitrat yang merupakan substrat bagi ANR.

Tabel 2. Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR), Luas Daun dan Laju Fotosintesis pada Berbagai Reklamasi Tanah Salin

Perlakuan	ANR	Luas daun	Laju fotosintesis
	$\mu\text{mol NO}_2 / \text{jam}$	m^2 / tan	$\text{mg CO}_2 / \text{dm}^2 / \text{jam}$
Kontrol	4,8 ^e	12,0 ^e	21,4 ^e
Gipsium	6,8 ^{cd}	25,9 ^{cd}	22,9 ^{de}
Pupuk kandang	7,8 ^a	34,3 ^c	33,0 ^{ab}
Abu sekam	6,8 ^{cd}	14,1 ^e	26,4 ^c
Halofita	6,5 ^d	19,8 ^{de}	27,4 ^c
Gipsium + Pupuk kandang	7,1 ^{bcd}	50,9 ^b	31,9 ^b
Gipsium + Abu sekam	7,3 ^{abc}	18,6 ^{de}	22,8 ^{de}
Gipsium + Halofita	6,8 ^{cd}	27,7 ^{cd}	25,3 ^{cd}
Pupuk kandang + Abu sekam	7,6 ^{ab}	62,5 ^a	35,4 ^a
Pupuk kandang + Halofita	7,4 ^{abc}	32,0 ^c	27,9 ^c
Abu sekam + Halofita	6,9 ^{bcd}	25,2 ^{cd}	27,0 ^c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf berbeda pada ,1kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji jarak ganda Duncan ($P < 0,05$)

13 mg/kg tanah (Walpola dan Arunakumara, 2010). $NH_4 - N$ yang dilepaskan tersebut akan berubah menjadi nitrat sehingga dapat diserap tanaman.

Aktivitas nitrat reduktase calopo tinggi pada perlakuan kombinasi pupuk kandang dan abu sekam padi. Hal ini dikarenakan peranan pupuk kandang pada penyediaan unsur N bagi tanaman serta pada perbaikan sifat-sifat tanah salin yang lain. Sifat tanah salin yang lebih baik tersebut akan meningkatkan

Luas Daun

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan perbaikan tanah salin berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap luas daun calopo. Hasil uji Duncan menunjukkan luas daun pada perbaikan tanah salin dengan pupuk kandang nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal lainnya. Luas daun calopo pada perbaikan tanah salin kombainai pupuk kandang dan abu sekam padi nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal dan kombinasi lainnya (Tabel 2).

Perbaikan tanah salin dengan pupuk kandang meningkatkan luas daun calopo. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Cha-um *et al.*, 2011). Bahan organik dalam pupuk kandang berfungsi mengikat ion Na dan Cl sehingga menurunkan sifat toksisitasnya, yang ditunjukkan dari rendahnya DHL tanah salin dengan aplikasi pupuk kandang. Pupuk kandang meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman. Hal ini dikarenakan kompetisi antara ion organik dengan ion inorganik lainnya pada kompleks jerapan partikel tanah sehingga kation kation lain seperti Al, Fe dan Ca terlepas dari kompleks jerapan. Pupuk kandang sebagai sumber bahan organik juga meningkatkan kemampuan tanah menahan air atau meningkatkan ketersediaan air untuk tanaman. Penurunan toksisitas NaCl dan peningkatan unsur hara serta ketersediaan

airakan meningkatkan serapan unsur hara tanaman sehingga luas daun meningkat. Sifat tanah salin yang lebih baik pada aplikasi dengan pupuk kandang akan meningkatkan serapan K yang terkandung dalam abu sekam padi.

Laju Fotosintesis

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan perbaikan tanah salin berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap laju fotosintesis calopo. Hasil uji Duncan menunjukkan laju fotosintesis pada perbaikan tanah salin dengan pupuk kandang nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal lainnya. Laju fotosintesis calopo pada perbaikan tanah salin kombinasi pupuk kandang dan abu sekam padi nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal dan kombinasi lainnya (Tabel 2).

Laju fotosintesis calopo tertinggi pada perlakuan kombinasi pupuk kandang dan abu sekam padi. Hal ini seiring dengan peningkatan kandungan klorofil dan luas daun calopo pada perlakuan kombinasi pupuk kandang dan abu sekam padi. Klorofil b berfungsi sebagai antena fotosintetik yang mengumpulkan cahaya. Cahaya yang dikumpulkan oleh klorofil b 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 (Taiz dan Zeiger, 1991). Semakin luas daun maka kandungan klorofil juga meningkat sehingga laju fotosintesis tinggi.

Peningkatan laju fotosintesis calopo pada perbaikan tanah salin dengan pupuk kandang juga disebabkan ketersediaan air yang meningkat. Pupuk kandang sebagai sumber bahan organik juga meningkatkan kemampuan tanah menahan air atau meningkatkan ketersediaan air untuk tanaman. Kekurangan air dapat menghambat laju fotosintesis, terutama karena pengaruhnya terhadap turgiditas sel penjaga stomata. Turgiditas sel penjaga akan menurun jika kekurangan air sehingga stomata menutup. Penutupan stomata ini akan menghambat serapan CO_2 yang dibutuhkan untuk sintesis karbohidrat (Lakitan 2000). Ji *et al.* (2012) melaporkan laju fotosintesis pada tanaman padi yang mengalami stres kering adalah $3,7 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{det}$ atau mengalami penurunan sebesar 60 % dibandingkan pada tanaman yang tidak kekurangan air.

SIMPULAN

Perbaikan tanah salin melalui penambahan kombinasi pupuk kandang dengan abu sekam padi meningkatkan aktivitas nitrat reduktase kandungan klorofil a, klorofil b, total klorofil, luas area dan laju fotosintesis *Calopogonium mucunoides*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrol, I.P., J.S.V. Yadav dan F.I. Massaud. 1988. Salt-Affected Soil and Their Management. FAO, Rome.
- Ahmad, R. and M.H. Chang. 2002. Salinity control and environmental protection through halophytes. *J. Drainage and Water Manag.* 6 : 17 – 25.
- Bharadwaj, A., V. Khandelwai, F. Choudhary dan A.K. Bhatin. 2011. Comparative studies of organic enrichers in the improvement of physico-chemical and microbiological characteristics of saline/usar soils. *J. Chem. Pharm. Res.* 3 : 997 – 1003.
- Cha-um, S., Y. Pokasombat dan C. Kirdmanee. 2011. Remediation of salt-affected soil by gypsum and farmyard manure – Importance for the production of Jasmine rice. *Aust J. Crop Sci.* 5 : 458 – 465.
- Franzen, D., G. Rehm dan J. Gerwing. 2006. Effectiveness of gypsum in the north central region of the US. NDSU Extension Service, North Dakota State University.
- Harjadi, S.S. dan S. Yahya. 1986. Fisiologi Stres Lingkungan. PUSAR Antar Universitas – Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hartiko, H. 1987. Optimasi Metode Pengukuran Kegiatan Nitrat Reduktase in Vivo Daun berbagai Spesies Tanaman Produksi. Laboratorium Biokimia, Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta.
- Jamil, M., S. Bashir, S. Anwar, S. Bibi, A. Bangash, F. Ullah dan E.S. Rha. 2012. Effect of salinity on physiological and biochemical characteristics of different varieties of rice. *Pak. J. Bot.* 44 : 7 – 13.
- Ji, K., Y. Wang, W. Sun, Q. Lou, H. Mei, S. Shen dan H. Chen. 2012. Drought-responsive mechanisms in rice genotypes with contrasting drought tolerance during reproductive stage. *J. Plant Physiol.* 169 : 336– 344
- Karimi, E., A. Abdolzadeh and H.R. Sadeghipour. 2009. Increasing salt tolerance in Olive, *Olea europaea L.* plants by supplemental potassium nutrition involves changes in ion accumulation and anatomical attributes. *Int. J. of Plant Product.* 3 (4) : 49 – 60.
- Kaya, C., H. Kirnak dan D. Higgs, 2001. Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. *J. Plant Nut.* 24 : 357-367.
- Kumar, M., Anjali, Narayan, S. Chaudhary dan K. Pal. 2012. Effect of sulphur dioxide on plant chlorophyll on the family of Brassicaceae. *Int. J. Pharma Professional's Res.* 3(2) : 605-609.
- Kushiev, H., A.D. Noble, I. Abdullaev and U. Toshbekov. 2005. Remediation of abandoned saline soils using *Glycyrrhiza glabra* : A study from the hungry steppes of Central Asia. *Int. J. Agric. Sustain.* 3 : 102 – 113.
- Kusmiyati, F., E.D. Purbayanti dan B.A. Kristanto. 2009. Karakter Fisiologi, Pertumbuhan dan Produksi Legum Pakan pada Kondisi Salin. *Dalam* : Sumarsono, L.D. Mahfuds, D.W. Widjajanto, Karno, E. Pangestu, L.N. Kustiawan, T.A. Sarjana dan Surono (Eds). *Proceeding Seminar Nasional kebangkitan Peternakan*, BP. Universitas Diponegoro. hal 302 – 308.
- Kusmiyati, F., R. T. Mulatsih dan A. Darmawati. 2002. Pengaruh pengguludan dan pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan produksi hijauan rumput pakan pada tanah salin. *J. LitBang Propinsi Jawa Tengah* 1 : 46-52.
- Lakitan, B. 2000. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Lillo, C. 1994. Light regulation of nitrate reductase in green leaves of higher plants. *Physiol. Plantarum* 90 : 616 – 620.
- Makoi, J.H.J.R., and H. Verplancke. 2010. Effect of gypsum placement on the physical chemical properties of saline

- sandy loam soil. *Aust. J. Of Crop Sci.* 4 (7) : 556 – 563.
- Mulyono. 2001. Aplikasi berbagai macam sumber kalsium dan dosis bahan organik sebagai pembenah tanah dalam usaha perbaikan sifat fisik tanah garaman. *J. Ilmu-Ilmu Pertanian* 9 : 55 – 63.
- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environ.* 25:239-250.
- Orman, S. 2012. Effects of elemental sulphur and farmyard manure applications to calcareous saline clay loam soil on growth and some nutrient concentrations of tomato plants. *J. Food, Agric. & Environ.* 10 : 720 – 725.
- Padder, B.M. R. Yadav dan R.M. Agarwal. 2012. Effect of salinity and water stress in mungbean (*Vigna radiata*) L. Wilczek var. Hum_1. *Plant Sci. Feed* 2 : 130-134
- Paksoy, M., O. Turkmen and A. Dursun. 2010. Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. *African J. Of Biotechnol.* 9 (33) : 5343 – 5346.
- Sipayung, R. 2003. Stres garam dan mekanisme toleransi tanaman. USU digital library.
- Sitompul, S.M. dan B. Guritno. 1995. Analisa Pertumbuhan Tanaman. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Steel, R.G.D. dan I.H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrik. PT. Gramedia, Jakarta. (Diterjemahkan oleh : B. Sumantri).
- Taiz, L. dan E. Zeiger. 1991. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland.
- Walpola, B.C. dan K.K.I.U. Arunakumara. 2010. Effect of salt stress on decomposition of organic matter and nitrogen mineralization in animal manure amended soils. *J. Agric. Sci.* 5 : 9 – 18.
- Wen-Yuan, W., Y. Xiao-Fe., J. Ying, Q. Bo dan X. Yu-Feng. 2012. Effects of salt stress on water content and photosynthetic characteristics in *Iris lactea* var. *chinensis* seedlings. *Middle-East J. Sci. Res.*, 12 (1): 70-74.
- Zuccarini, P. 2008. Ion uptake by halophytic plants to mitigate saline stress in *Solanum lycopersicon* L., and different effect of soil and water salinity. *Soil & Water Res.* 3 : 62 – 73.