

PENGARUH KOMPOSISI MEDIA TANAM TERHADAP PERTUMBUHAN AWAL CEMARA UDANG (*Casuarina equisetifolia* var. *Incana*) PADA GUMUK PASIR PANTAI (*Effect of Planting Media Composition on Casuarina equisetifolia* var. *Incana* Growth in the Coastal Sand Dune)*

Agung Wahyu Nugroho

Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
Jl. Jend. A. Yani - Pabelan, Kartasura Po Box 295 Surakarta/57102; Telp. (0271) 716709, Fax. (0271) 716959, e-mail: bpk_solo_pp@yahoo.com; bpk_solo@indo.net.id; agung_nugroho96@yahoo.co.id

*Diterima: 2 April 2013; Disetujui: 22 Juli 2013

ABSTRACT

The plant growth on coastal sand dune is hampered by site and environmental conditions. Improvement of site quality can be done by adding ameliorant, such as mineral soil and organic manure. This research aimed to study the effect of soil and organic manure addition on early growth of Casuarina equisetifolia var. Incana in the coastal sand dune. During the dry season, the addition of 20% and 40% mineral soil into sand media before planting increased seedlings height significantly with an average of 60.52 cm and 64.67 cm respectively. Height increased by 2.38 times in rainy season as compared with dry season. Mixed media of 20% mineral soil and 30% organic manure resulted the best diameter growth and dry weight of shoot and root. Ameliorant addition into the planting media has positive correlation with water holding capacity. In conclusion, mixed media of 20% mineral soil and 30% organic manure could be applied as planting media to increase growth of C. equisetifolia in the coastal sand dune.

Keywords: Rehabilitation, sand dune, ameliorant, growth, C. equisetifolia

ABSTRAK

Pertumbuhan tanaman di gumuk pasir pantai terkendala kondisi lingkungan dan tapak yang kurang mendukung. Perbaikan kualitas tapak dapat dilakukan dengan menambahkan bahan amelioran seperti tanah mineral dan pupuk organik. Tujuan penelitian untuk mempelajari pengaruh penambahan tanah mineral dan pupuk organik terhadap pertumbuhan awal *Casuarina equisetifolia* var. *Incana* di gumuk pasir pantai. Penambahan 20% dan 40% tanah mineral ke dalam lahan pasir sebelum penanaman meningkatkan secara nyata tinggi tanaman sebesar 60,52 cm dan 64,67 cm selama enam bulan pada musim kemarau. Tinggi meningkat 2,38 kali dalam musim hujan dibandingkan dengan musim kemarau. Pertumbuhan terbaik untuk diameter, berat kering akar, dan berat kering pucuk didapat dengan komposisi media 20% tanah mineral dan 30% pupuk organik. Terdapat korelasi positif antara penambahan tanah mineral dan pupuk organik dengan kapasitas menahan air media. Komposisi media 20% tanah mineral dan 30% pupuk organik dapat diterapkan sebagai media tanam untuk meningkatkan pertumbuhan *C. equisetifolia* di gumuk pasir pantai.

Kata kunci: Rehabilitasi, gumuk pasir, amelioran, pertumbuhan, *C. equisetifolia*

I. PENDAHULUAN

Stabilisasi gumuk pasir sebagai langkah awal rehabilitasi lahan pantai Kebumen dapat dipercepat dengan pemapanan vegetasi yang mampu berfungsi sebagai pemecah angin (*wind breaker*) sehingga abrasi dapat dihambat. Jenis cemara udang (*Casuarina equisetifolia* var. *Incana*) dapat memenuhi peran tersebut karena jenis ini mampu beradaptasi terhadap tapak marginal, mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap salinitas dan kekeringan, mempunyai perakaran yang dalam, dan dapat membentuk vegetasi rapat dan tinggi (Nurjanto *et al.*, 2009; Sumardi, 2009). *Casuarina equisetifolia* merupakan jenis tanaman yang toleran terhadap stres garam karena mampu mensintesis prolin untuk menyesuaikan tekanan osmosis ketika natrium (Na) terakumulasi dalam sel dan mempertahankan

homeostasis sel (Tani & Sasakawa, 2006). Penanaman *C. equisetifolia* berdampak nyata terhadap sifat-sifat tanah (pH tanah, konduktivitas listrik, persentase natrium ditukar, karbon organik, dan N, P, K tersedia) dan dapat membantu rehabilitasi pada tanah *sodic* yang terlantar (Singh *et al.*, 2011). Dengan pemapanan cemara udang, kecepatan angin dapat menurun dan pasir lebih stabil (Suhardi *et al.*, 2002). Kombinasi *Pandanus odoratissimus* dan *C. equisetifolia* dianjurkan sebagai *vegetation bioshield* untuk melindungi daerah-daerah pesisir dari dampak bahaya tsunami (Thuy *et al.*, 2012). *Pandanus odoratissimus* diletakkan sebagai vegetasi bagian depan untuk menutupi celah yang terbuka dari hutan *C. equisetifolia* yang ada dengan lebar optimal sebesar 10 m (Samarakoon *et al.*, 2013). Pemapanan vegetasi awal tersebut selanjutnya dapat meningkatkan karakter fisik lahan pasir dan akhirnya terjadi penempatan kembali jenis-jenis penyusun vegetasi berikutnya melalui kompetisi atau antibiosis (Kimmins, 1987).

Namun, pemapanan vegetasi ini akan menghadapi banyak kendala terutama disebabkan karakteristik tapak yang kurang mendukung untuk tumbuhnya suatu vegetasi (Suhardi, 2005; Sumardi, 2009). Lahan gump pasir merupakan lahan marginal karena kondisi tanah yang tidak stabil, kandungan lengas tanah rendah, evapotranspirasi tinggi, kandungan garam tinggi, kandungan bahan organik dan kandungan unsur hara tersedia yang rendah (Bradshaw & Chadwick, 1980; Ewusie, 1990; Siradz & Kabirun, 2003; Shiddieq & Muha-jir, 2008; Sumardi, 2009). Karakteristik lahan tersebut apabila mengganggu proses fisiologi tanaman akan mengakibatkan stres dan menghambat pertumbuhan suatu tanaman.

Perbaikan kualitas tapak dapat dilakukan dengan menambahkan amelioran seperti tanah dan bahan organik. Pemberian bahan ameliorasi organik dapat meningkatkan kandungan C-total dan N-total dalam tanah dan mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi dan berat kering semai cemara udang (Agus, 2009). Penambahan tanah mineral dalam media cetak (*pressmedia*) sebagai media tanam dapat meningkatkan keberhasilan pertumbuhan tanaman karena akan memperbaiki struktur, tekstur, kandungan hara tanah serta memperbaiki kondisi lingkungan mikro tanah. Media cetak dapat menyediakan tapak awal yang mendukung perkembangan perakaran tanaman dengan cepat (Sumardi, 2009). Media cetak dengan komposisi 40% tanah dan 10% bahan organik (v/v) mampu meningkatkan daya hidup cemara udang pada gump pasir pantai sampai 78,3% (Nugroho & Sumardi, 2010). Penambahan amelioran mampu memacu perakaran tanaman karena akar dapat memanfaatkan air dan unsur hara yang ada dalam media. Setelah perakaran terbentuk dan berfungsi optimal maka tanaman mampu bertahan hidup dan tumbuh dengan baik. Akar tanaman mampu menyerap air dan unsur hara pada lokasi yang letaknya lebih jauh.

Penelitian ini bertujuan memperoleh informasi tentang besarnya pengaruh komposisi tanah dan pupuk kandang yang sesuai sebagai media tanam terhadap pertumbuhan awal cemara udang pada gump pasir pantai. Diharapkan hasil penelitian ini bermanfaat dalam upaya rehabilitasi lahan pantai berpasir.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di gump pasir pantai Desa Sumberjati, Kecamatan Ambal, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah dengan posisi geografis 07^o48.657' Lintang Selatan dan 109^o45.388' Bujur Timur (Gambar 1). Penelitian dilaksanakan mulai bulan April 2008-Juni 2009. Kondisi lingkungan pada waktu diadakan penelitian yakni suhu udara siang hari berkisar 28-33,4^oC, kecepatan angin berkisar 5,2-13,3 km/jam, kelembaban udara

antara 59,5-66,3%, intensitas cahaya berkisar 8.920-9.950 lux, suhu tanah pada kedalaman 0-10 cm berkisar 45-54,5⁰C, suhu tanah pada kedalaman 10-20 cm antara 34-37⁰C.

Penanaman dilaksanakan pada akhir musim hujan (April 2008). Pengukuran tinggi, diameter, berat kering (BK) pucuk, dan BK akar dilakukan pada saat akhir musim kemarau (Oktober 2008). Untuk melihat kecenderungan pertumbuhan tinggi, pengukuran juga dilakukan pada akhir musim hujan (Juni 2009). Analisis kapasitas menahan air dan pengukuran BK akar serta BK pucuk dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.



Gambar (Figure) 1. Lokasi penelitian di gump pasir pantai Kebumen (*Research sites at the coastal sand dune Kebumen*)

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bibit cemara udang yang digunakan adalah bibit berumur sekitar 4 bulan dari pembiakan generatif/biji dan relatif seragam. Media tanam berupa media yang terdiri atas campuran tanah mineral dan pupuk kandang dengan berbagai komposisi yang telah ditentukan. Tanah mineral diambil dari lapisan permukaan tanah paling atas yang terdapat di sekitar lokasi dengan ciri-ciri warna coklat kehitaman sampai coklat tua dan mempunyai struktur yang remah (sangat gembur). Pupuk kandang yang digunakan adalah pupuk kandang sapi yang telah terdekomposisi dengan ciri-ciri fisik berwarna coklat kehitaman, cukup kering, tidak menggumpal, dan tidak berbau menyengat.

Alat yang digunakan adalah cangkul, kaliper digital, *Global Positioning System* (GPS), altimeter, termometer, alat ukur tinggi, meteran (50 m), alat pembuat media, tambang, lux meter.

C. Metode Penelitian

Rancangan percobaan untuk uji komposisi media tanam berbahan baku tanah mineral dan pupuk kandang adalah percobaan dua faktor dalam rancangan acak lengkap berblok (RCBD). Dua faktor yang digunakan dalam percobaan ini yakni: 1) Penambahan tanah (T) yang terdiri atas tiga taraf yaitu 0% (T₀), 20% (T₂₀), dan 40% (T₄₀); 2) Penambahan pupuk kandang sapi (P) yang terdiri atas empat taraf yaitu 0% (P₀), 10% (P₁₀), 30% (P₃₀), dan 50% (P₅₀).

Kombinasi komposisi media tanam yang dihasilkan sebanyak 12 perlakuan (Tabel 1) di mana setiap kombinasi diulang dan diacak dalam tiga blok ulangan sehingga terdapat 36 unit percobaan. Variabel pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi dan diameter. Variabel lainnya yakni kekokohan, BK total, BK pucuk, BK akar, dan BK nisbah pucuk-akar (S/R). Kekokohan merupakan perbandingan antara tinggi (cm) dengan diameter (mm).

Tabel (Table) 1. Komposisi perlakuan media tanam (*Treatment of planting media composition*)

No	Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Komposisi, % volume (<i>Composition, v/v</i>)			
		Tanah (<i>Soil</i>)	Pupuk kandang (<i>Organic manure</i>)	Pasir (<i>Sand</i>)	Sabut kelapa (<i>Fibre coconut</i>)
1	T ₀ P ₀ (Kontrol)	0	0	100	20
2	T ₀ P ₁₀	0	10	90	20
3	T ₀ P ₃₀	0	30	70	20
4	T ₀ P ₅₀	0	50	50	20
5	T ₂₀ P ₀	20	0	80	20
6	T ₂₀ P ₁₀	20	10	70	20
7	T ₂₀ P ₃₀	20	30	50	20
8	T ₂₀ P ₅₀	20	50	30	20
9	T ₄₀ P ₀	40	0	60	20
10	T ₄₀ P ₁₀	40	10	50	20
11	T ₄₀ P ₃₀	40	30	30	20
12	T ₄₀ P ₅₀	40	50	10	20

Keterangan (*Remarks*): T = Tanah (*Soil*), P = Pupuk kandang sapi (*Organic manure/cattle slurry*)

Bahan media dicampur dengan pasir pantai (sebagai media dasar) dan sabut kelapa secara merata sesuai dengan taraf perlakuan yang diterapkan. Sabut kelapa yang sudah kering dicacah dengan ukuran kecil-kecil untuk merekatkan bahan-bahan amelioran sehingga media cetak tetap kompak dan tidak mudah pecah. Pencampuran bahan berdasarkan pada perbandingan volume (v:v) (Tabel 1). Bahan yang sudah dicampur, kemudian dibuat media dengan alat yang disediakan dan dipisahkan sesuai dengan perlakuan yang diterapkan.

Media yang berfungsi sebagai media tanam dimasukkan ke dalam lubang tanam pada lahan pasir yang telah disiapkan. Ukuran lubang tanam disesuaikan dengan ukuran media. Setelah *polybag* dilepas, bibit dimasukkan ke dalam media cetak dengan hati-hati agar perakaran tidak terganggu (Gambar 2).



Gambar (Figure) 2. Proses penanaman bibit di lapangan (*The process of planting seedling in the field-trial*)
(Foto/Photo: Agung, 2008)

Data hasil pengukuran pertumbuhan tinggi, diameter, kekokohan (rasio tinggi dengan diameter), BK akar, BK pucuk dianalisis secara statistik dengan analisis sidik ragam

(*analysis of variance*) pada taraf uji 5% menggunakan model linier sebagai berikut (Mattjik dan Sumertajaya, 2002):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \epsilon_{ijk}$$

Di mana:

Y_{ijk} = nilai pengamatan pada faktor A taraf ke-i, faktor B taraf ke-j, dan kelompok j ke-k

(μ, α_i, β_j) = komponen aditif dari rata-rata, pengaruh utama faktor A dan B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = komponen interaksi dari faktor A dan faktor B

ρ_k = pengaruh aditif dari kelompok dan diasumsikan tidak berinteraksi dengan perlakuan

ϵ_{ijk} = pengaruh acak yang menyebar normal

Hasil analisis yang berbeda nyata diuji lanjut dengan uji jarak ganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test*, DMRT) pada taraf nyata 5%. Analisis statistik menggunakan prosedur *The Generalized Linear Model* (GLM) dengan *The Statistical Analysis System* (SAS). Untuk mengetahui pengaruh hubungan penambahan tanah dan pupuk kandang dengan kemampuan menahan air (*water holding capacity/whc*) dilakukan analisis regresi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil analisis keragaman terhadap variabel pertumbuhan tinggi, diameter, dan kekokohan tanaman pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 2. Analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan penambahan tanah berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan kekokohan tanaman umur 6 bulan setelah tanam (bst) (musim kemarau). Kecenderungan pertumbuhan tinggi ini tidak berbeda ketika umur tanaman telah mencapai 12 bst (musim hujan). Untuk itu dilakukan uji DMRT yang hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 2. Analisis keragaman pengaruh perlakuan terhadap tinggi, diameter, dan kekokohan cemara udang (*Analysis of variance on height, diameter, and height-diameter seedlings*)

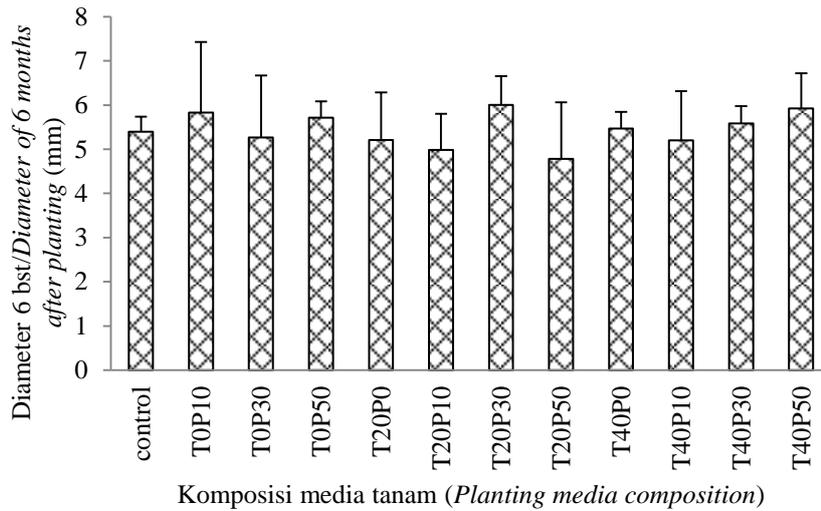
Sumber variasi (Source of variation)	F-hitung (<i>F Calculation</i>)				
	Tinggi (<i>Height</i>)		Diameter (<i>Diameter</i>)		Kekokohan (<i>Height diameter ratio</i>)
	Musim kemarau (<i>Dry season</i>)	Musim hujan (<i>Rainy season</i>)	Musim kemarau (<i>Dry season</i>)	Musim hujan (<i>Rainy season</i>)	Musim kemarau (<i>Dry season</i>)
Tanah (<i>Soil</i>) (T)	8,18*	4,59*	0,46	0,67	9,49*
Pupuk kandang (<i>Organic manure</i>) (P)	0,58	0,12	0,19	1,04	0,0
Interaksi (<i>Interaction</i>) (T x P)	0,99	0,67	0,75	1,23	0,99

Keterangan (*Remarks*): *Berbeda nyata pada taraf uji 5% (*Significantly different at 0.05*)

Tabel (Table) 3. Hasil uji Duncan pengaruh penambahan tanah terhadap tinggi dan kekokohan cemara udang (*Duncan's test result on the effect of soil addition to height and height-diameter ratio*)

Tanah (<i>Soil</i>) (v/v)	Tinggi (<i>Height</i>) (cm)		Kekokohan (<i>Height-diameter ratio</i>)
	Musim kemarau (<i>Dry season</i>)	Musim hujan (<i>Rainy season</i>)	
Tanah 40%	64,67 a	135,32 a	11,90 a
Tanah 20%	60,52 a	141,41 a	11,95 a
Tanah 0%	51,54 b	112,69 b	9,77 b

Keterangan (*Remarks*): Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata (*Numbers in the same column followed by same letter are not significantly different*)

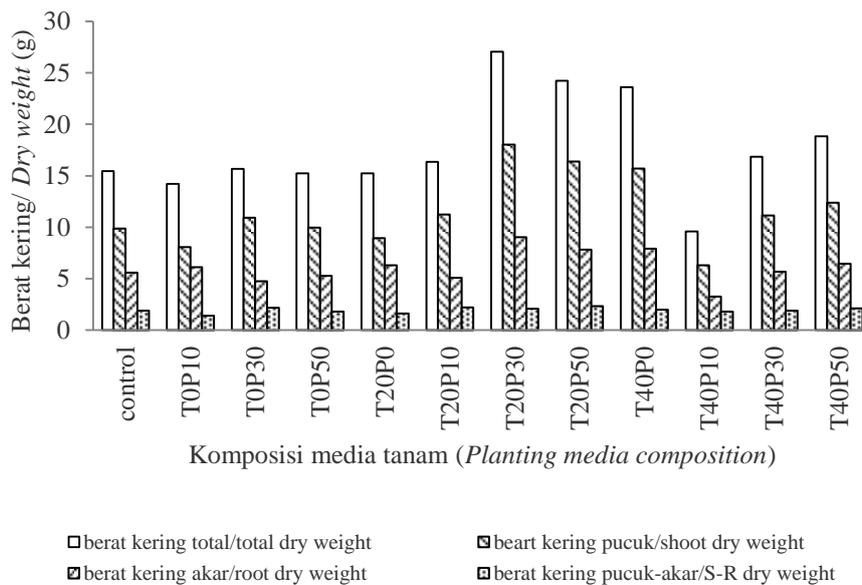


Gambar (Figure) 3. Diameter bibit umur 6 bst pada musim kemarau (Diameter of seedlings at 6 months after planting in dry season)

Tabel (Table) 4. Analisis sidik ragam terhadap berat kering tanaman pada musim kemarau (Analysis of variance on biomass growth in the dry season)

Sumber variasi (Source of variation)	F hitung (F calculation)		
	BK pucuk (Shoot dry weight)	BK akar (Root dry weight)	BK pucuk-akar (S-R dry weight ratio)
Tanah (Soil) (T)	1,66 ns	1,24 ns	0,38 ns
Pupuk kandang (Organic manures) (P)	1,52 ns	0,93 ns	0,44 ns
Interaksi (Interaction) (T x P)	1,09 ns	1,03 ns	0,53 ns

Keterangan (Remark): BK = berat kering (dry weight), ns = tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05 (not significantly different at 0.05)



Gambar (Figure) 4. Rerata BK total, BK pucuk, BK akar, dan S/R (Dry weight of shoot, root, shoot to root ratio)

Tabel 3 menunjukkan penambahan tanah sebesar 20% dan 40% ke dalam media cetakan menghasilkan tinggi dan kekokohan yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa penambahan tanah). Walau secara statistik diameter pada berbagai perlakuan berpengaruh tidak nyata, secara deskriptif dapat dijelaskan bahwa media T₂₀P₃₀ telah memberikan diameter terbaik dibandingkan dengan media lain (Gambar 3).

Hasil analisis keragaman pengaruh perlakuan terhadap variabel BK pucuk, BK akar, BK nisbah pucuk-akar disajikan pada Tabel 4. Analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan penambahan tanah dan pupuk kandang berpengaruh tidak nyata terhadap BK akar, BK pucuk, dan BK nisbah pucuk-akar.

Walaupun secara statistik pertumbuhan BK pucuk dan BK akar pada berbagai perlakuan berpengaruh tidak nyata, secara deskriptif dapat dijelaskan bahwa media dengan penambahan amelioran menghasilkan rerata BK pucuk, BK akar, BK total, dan S/R yang lebih baik dibandingkan dengan media kontrol (Gambar 4).

B. Pembahasan

Pertumbuhan adalah pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran). Pertumbuhan juga dapat diartikan sebagai peningkatan bahan kering, tinggi, volume, luas daun (Gardner *et al.*, 1985). Pertumbuhan suatu jenis pohon dipengaruhi oleh unsur hara, air, intensitas cahaya matahari, dan suhu udara (Baker, 1950; Hardjowigeno, 1987).

Hasil-hasil penelitian empiris menunjukkan kondisi lahan pasir pantai selatan Jawa (pantai Parangtritis-Kebumen) mempunyai beberapa karakteristik yang kurang mendukung pertumbuhan tanaman (Siradz & Kabirun, 2003; Syukur, 2005; Partoyo, 2005; Atmanto & Danang, 2009; Sumardi, 2009). Tanah pasir pantai didominasi oleh fraksi pasir (tekstur pasiran) dan dapat dikatakan belum terstruktur. Tekstur pasiran mempunyai pori makro lebih banyak dibandingkan dengan pori mikro sehingga kemampuan tanah mengikat air dan unsur hara rendah. Unsur hara mudah hilang melalui pencucian dan penguapan. Rendahnya Kapasitas Tukar Kation (KTK) juga disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik. Selanjutnya Sumardi (2009) menjelaskan bahwa perbaikan kualitas tapak pasir pantai dapat diarahkan pada perbaikan tekstur dan struktur tanah, kemantapan agregat, kandungan bahan organik, dan kandungan unsur hara.

Hasil penelitian ini telah membuktikan bahwa pemberian bahan amelioran berupa penambahan tanah mineral walaupun dalam jumlah kecil ke dalam lapisan permukaan pasir mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi dan berat kering tanaman yang terbaik dibandingkan dengan kontrol. Pada musim kemarau, penambahan tanah sebesar 20% dan 40% berpengaruh nyata dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi sampai 60,52 cm dan 64,67 cm, sedangkan pada musim hujan, mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi sampai 141,41 cm dan 135,32 cm (Tabel 3 dan Gambar 5). Pada musim hujan, pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman dengan berbagai perlakuan lebih cepat dibandingkan dengan musim kemarau. Pertumbuhan tinggi akan lebih cepat 2,38 kali lipat pada musim penghujan dibandingkan dengan musim kemarau yang hanya sebesar 1,16 kali. Pada musim kemarau, pertumbuhan diameter hanya meningkat 1,35 kali sedangkan pada musim hujan meningkat sampai 3,44 kali. Faktor lingkungan yakni keterbatasan air pada musim kemarau menjadi pembatas bagi pertumbuhan meristem lateral (Kramer & Kozlowski, 1979). Pada musim kemarau, aktivitas *nitrogenase* minimum, ketika turun hujan pembentukan nodulasi dimulai dan puncak penambatan N₂ dicapai. Analisis regresi menunjukkan kelembaban tanah pada kondisi suhu panas sebagai faktor utama pengontrol *nitrogenase* (Srivastava & Amasht, 1994).

Nilai kekokohan berkisar 9,09-12,85 dan di atas nilai ideal (4-5), artinya pertumbuhan tinggi tidak seimbang dengan diameternya. Hal ini dapat menjelaskan bahwa pemberian perlakuan lebih mendorong pada pertumbuhan tinggi dibandingkan dengan pertumbuhan diameter. Namun, tanaman dengan nilai kekokohan yang tinggi akan mengakibatkan adaptasi keseimbangan lapangan yang rendah, tanaman akan lebih mudah patah karena terpaan angin yang kencang.



Gambar (Figure) 5. Perbandingan tinggi pada musim kemarau dengan musim hujan (*Comparison of height in dry season and rainy season*) (Foto/Photo: Agung, 2008-2009)

Berat kering merupakan indikator yang baik untuk menilai pertumbuhan tanaman karena berat kering mencakup seluruh bagian tanaman. Media T₂₀P₃₀ telah memberikan pertumbuhan BK total, BK pucuk, dan BK akar yang terbaik dibandingkan dengan kontrol dan komposisi media lain sebesar 27,1 g, 18,02 g, dan 9,03 g (Gambar 4). Akar merupakan bagian yang paling efektif dalam fungsi pengambilan air dan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Akar yang lebih tua berfungsi untuk transpor bahan dari dan ke daun melalui batang dan percabangan. Sementara akar-akar muda (rambut dan bulu-bulu akar) berfungsi untuk menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah (Gardner *et al.*, 1985). Menurut Fisher & Binkley (2000), perkembangan akar di lapangan salah satunya dipengaruhi oleh ketersediaan lengas tanah selain dipengaruhi oleh kompetisi akar, tekstur (aerasi), ketersediaan unsur hara, kepadatan tanah, dan lapisan padas.

Nisbah pucuk-akar (S/R) dapat menggambarkan salah satu tipe toleransi terhadap kekeringan. Walaupun S/R dikendalikan secara genetik, nisbah itu juga sangat dipengaruhi oleh lingkungan yang kuat. Kekurangan air yang menghambat pertumbuhan pucuk dan akar, mempunyai pengaruh yang relatif besar terhadap pertumbuhan pucuk. Pertumbuhan pucuk lebih digalakkan apabila tersedia N dan air yang banyak, pertumbuhan akar lebih digalakkan apabila faktor-faktor N dan air terbatas (Gardner *et al.*, 1985). Media dengan penambahan tanah dan pupuk kandang, menunjukkan S/R yang lebih tinggi dibandingkan dengan media kontrol (Gambar 4). Hal ini disebabkan oleh perbedaan kandungan air pada masing-masing media. Media dengan penambahan tanah dan pupuk kandang mempunyai kemampuan menahan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan media kontrol. Sebagai contoh, media T₂₀P₅₀ dengan nilai kapasitas menahan air sebesar 86,92% mampu menghasilkan pertumbuhan berat kering S/R sebesar 2,35 g. Media kontrol dengan nilai kapasitas menahan air sebesar 27,42% hanya menghasilkan pertumbuhan berat kering S/R sebesar 1,91 g (Gambar 4).

Pemberian bahan ameliorasi berupa penambahan tanah dan pupuk kandang terbukti mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah yakni dengan memperbaiki struktur, tekstur, dan kandungan unsur hara tanah. Tanah menjadi lebih terstruktur, agregat lebih mantap, kandungan unsur hara meningkat dan mampu mengikat air lebih lama. Peranan bahan organik dengan hasil akhir dekomposisi berupa humus dapat meningkatkan kesuburan fisik dan kimia tanah. Humus mempunyai sifat dapat meningkatkan kemampuan mengikat air dan meningkatkan granulasi (pembutiran) agregat sehingga agregat tanah lebih mantap. Agregasi tanah yang baik akan menjamin tata udara dan air yang baik pula, sehingga aktivitas mikroorganisme dapat berlangsung dengan baik dan meningkatkan ketersediaan unsur hara. Selain itu, kemampuan menahan air yang relatif lama akan mempengaruhi suhu dan kelembaban di sekitar daerah perakaran. Bagian akar terutama ujung akar dan bulu akar mampu berkembang dengan baik dan berfungsi optimal. Akar mempunyai fungsi penting untuk melayani pertumbuhan tanaman dalam hal penyerapan, penambahan (*anchorage*), penyimpanan, transpor, pembiakan (*propagation*), dan sumber utama beberapa pengatur pertumbuhan tanaman (Weaver, 1926 dalam Gardner *et al.*, 1985).

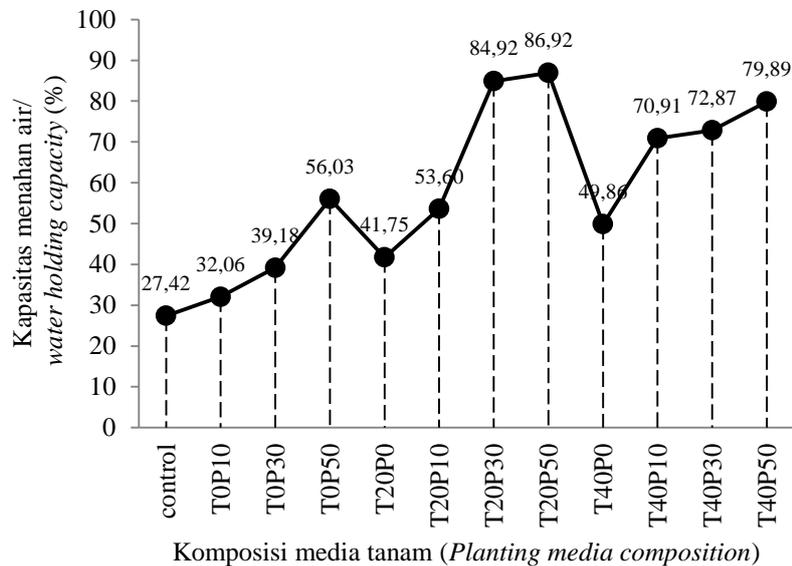
Pupuk kandang mampu meningkatkan daya menahan air sehingga bila air hujan turun tidak langsung mengalir ke tempat yang lebih rendah atau meresap ke dalam tanah (Sarief, 1986). Aplikasi pupuk kandang di lahan kering mampu meningkatkan jumlah kandungan bahan organik, ukuran partikel agregat, dan stabilitas agregat yang lebih baik dibandingkan dengan pupuk kimia (Xiao-juan *et al.*, 2012). Pemberian pupuk kandang di area perakaran tanaman dapat menstimulasi aktivitas *urease*, *alkaline phosphatase*, dan *dehydrogenase*, meningkatkan respirasi dan penyerapan hara dan meminimalkan efek keracunan yang disebabkan oleh salinisasi (Liang *et al.*, 2005).

Dilaporkan oleh Partoyo (2005) bahwa penambahan tanah lempung dan pupuk kandang pada lahan pertanian di lahan pasir Pantai Bulak Tegalrejo, Samas, Bantul terbukti telah meningkatkan kandungan lempung tanah, C-organik, N-total, dan memperbaiki kualitas tanah dengan indikasi meningkatnya indeks kualitas tanah. Winarni *et al.* (2009) juga melaporkan bahwa pemberian mulsa organik (jerami, pupuk kandang sapi, sabut kelapa, serasah daun cemara udang) pada lahan pasir pantai dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, kadar lengas media, kadar bahan organik, KTK media, dan kandungan unsur hara N tersedia. Nugroho & Sumardi (2010) menyebutkan bahwa penambahan amelioran (40% tanah dan 10% pupuk kandang) ke dalam media dasar pasir terbukti dapat meningkatkan daya hidup cemara udang sampai 78,3%. Sementara Agus (2009) menyatakan bahwa pemberian bahan organik sebanyak 10% volumenya telah memberikan pertumbuhan cemara udang terbaik dan meningkatkan kandungan C-total dan kandungan hara dalam tanah secara nyata.

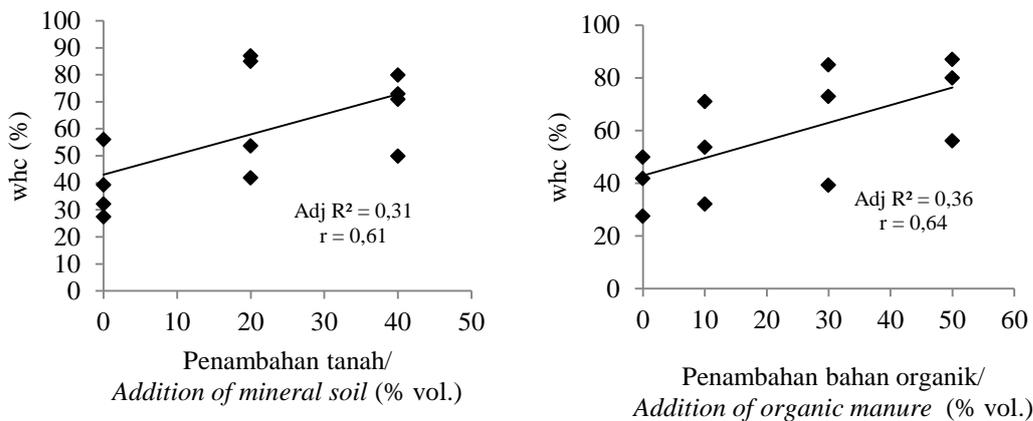
Penambahan tanah dan pupuk kandang mempunyai pengaruh terhadap perbaikan sifat fisik tanah yakni meningkatkan kemampuan media tersebut dalam menahan dan menyimpan air. Gambar 6 menunjukkan media dengan penambahan amelioran mempunyai kapasitas menahan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan media tanpa amelioran (kontrol). Media tersebut akan mampu menahan air relatif lebih lama dan berpotensi besar untuk dapat diserap dan dimanfaatkan akar untuk pertumbuhan tanaman. Terdapat hubungan yang positif antara penambahan tanah dan bahan organik dengan nilai *whc* masing-masing dengan nilai korelasi ($r = 0,61$ dan ($r = 0,64$ (Gambar 7).

Penambahan amelioran tanah dan pupuk kandang juga dapat memperbaiki kondisi lingkungan tanah (suhu *rhizosfer*). Nugroho & Sumardi (2010) membuktikan penambahan tanah sebesar 20% dan pupuk kandang sebesar 30% dalam bentuk media cetak ke dalam permukaan lahan pasir pantai mampu menurunkan suhu *rhizosfer* sebesar $3,37^{\circ}\text{C}$. Suhu mempengaruhi beberapa proses fisiologis penting seperti aktivitas enzim untuk mengatalisis reaksi biokimia khususnya fotosintesis dan respirasi, kelarutan CO_2 dan O_2 dalam sel

tanaman, permeabilitas membran, laju transpirasi, pertumbuhan dan perkembangan akar, perkecambahan, dan aktivitas mikroorganisme tanah (Spurr & Barnes, 1980; Fisher & Binkley, 2000; Sutanto, 2005).



Gambar (Figure) 6. Kapasitas menahan air pada media (Water holding capacity of planting media)



Gambar (Figure) 7. Hubungan antara penambahan tanah dan bahan organik dengan nilai whc media (Correlation between addition of soil and organic manure with water holding capacity of planting media)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penambahan tanah sebanyak 20% dan 40% volumenya dalam bentuk media cetakan ke dalam lapisan atas pasir berpengaruh nyata terhadap tinggi cemara udang masing-masing sebesar 60,52 cm dan 64,67 cm.
2. Media tanam dengan komposisi 20% tanah dan 30% pupuk kandang memberikan berat kering total, berat kering pucuk, dan berat kering akar terbaik sebesar 27,1 g, 18,02 g, dan 9,03 g.

3. Terdapat korelasi positif antara penambahan tanah dan pupuk kandang dengan kemampuan media dalam menyimpan air (*water holding capacity*).

B. Saran

Perbaikan kualitas tapak untuk meningkatkan pertumbuhan awal cemara udang pada lahan gumpul pasir pantai dapat dilakukan dengan memberikan penambahan 20% tanah dan 30% pupuk kandang yang telah terdekomposisi dalam bentuk media cetakan. Pemeliharaan tanaman terutama pada periode awal pertumbuhan perlu dilaksanakan secara intensif, yang meliputi penyiraman, pemupukan lanjut, dan pengamanan dari gangguan ternak. Pembuatan sumur dapat dilakukan untuk mencukupi ketersediaan air dan mengefektifkan penyiraman terutama pada musim kemarau.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Sumardi atas kesempatan, saran, dan bimbingannya selama melakukan penelitian; Ibu Winastuti, Bapak Sri Danarto, dan Ibu Winarni atas bantuannya selama di lapangan; Mas Sariman dan keluarga di Sumberjati atas bantuan pengambilan data dan pemeliharaan tanaman; Mas Paijo dan tim atas bantuan dalam pembuatan media cetakan dan penanaman; Mas Ali Muchson, Agung Kurniawan, Paryadi, Dik Danang Wahyu Setyawan dalam menemani di lapangan; dan semua pihak yang telah memberikan bantuan, saran, dan masukan dalam pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, C. (2009). Penggunaan pupuk kompos dan mikoriza dalam pertumbuhan cemara udang pada media tanah terdampak tsunami di Banda Aceh. *Prosiding seminar nasional Silvikultur Rehabilitasi Lahan: Pengembangan Strategi untuk Mengendalikan Tingginya Laju Degradasi Hutan*. Yogyakarta, 24-25 November 2008, pp. 152-160. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Atmanto, W.D. & Danang, A. (2009). Uji keberadaan jasad simbiotik frankia dengan inang cemara udang (*Casuarina equisetifolia* var. *Incana*) pada berbagai jarak dari pantai. *Prosiding seminar nasional Silvikultur Rehabilitasi Lahan: Pengembangan Strategi untuk Mengendalikan Tingginya Laju Degradasi Hutan*. Yogyakarta, 24-25 November 2008, pp. 269-273. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Baker, F.S. (1950). *Principles of silviculture*. New York: McGraw Hill Book Company Inc.
- Bradshaw, A.D. & Chadwick, M.J. (1980). *The restoration of land "The ecological reclamation of derelict and degraded land"*. British: Blackwell.
- Ewusie, J.Y. (1990). *Pengantar ekologi tropika. Membicarakan alam tropika Afrika, Asia, Pasifik, dan Dunia Baru*. Bandung: Penerbit ITB.
- Fisher, R.F. & Binkley, D. (2000). *Ecology and management of forest soils* (3rd ed). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Gardner, F.P., Pearce, R.B., & Mitchell, R.L. (1985). *Fisiologi tanaman budidaya* (Terjemahan). Jakarta: UI-Press.
- Hardjowigeno, S. (1987). *Ilmu tanah*. Bogor: PT. Mediatama Sarana Perkasa.
- Kimmins, J.P. (1987). *Forest ecology* (p. 393). New York: Macmillan Publishing Company; London: Collier Macmillan Publishers.
- Kramer, P.J. & Kozlowski, T.T. (1979). *Physiology of woody plants*. New York-London: Academic Press.

- Liang, Y., Si, J., Nikolic, M., Peng, Y., Chen, W., & Jiang, Y. (2005). Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. *Soil Biology & Biochemistry*, 37(6), 1185-1195.
- Mattjik, A.A. & Sumertajaya, M. (2002). *Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan minitab*. Bogor: IPB Press.
- Nugroho, A.W. & Sumardi. (2010). Ameliorasi tapak untuk pemapanan cemara udang (*Casuarina equisetifolia* Linn.) pada gumuk pasir pantai. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, VII(4), 381-397.
- Nurjanto, H.H., Suhardi, & Djulianto, S. (2009). Tanggapan semai cemara udang (*Casuarina equisetifolia* var. *Incana*) terhadap cekaman salinitas dan frekuensi penyiraman pada media pasir pantai. *Prosiding seminar nasional Silvikultur Rehabilitasi Lahan: Pengembangan Strategi untuk Mengendalikan Tingginya Laju Degradasi Hutan*. Yogyakarta, 24-25 November 2008, pp. 176-183. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Partoyo. (2005). Analisis indeks kualitas tanah pertanian di lahan pasir pantai Samas Yogyakarta. *Ilmu Pertanian*, 12(2), 140-151.
- Samarakoon, M.B., Tanaka, N., & Iimura, K. (2013). Improvement of effectiveness of existing *Casuarina equisetifolia* forests in mitigating tsunami damage. *Journal of Environmental Management*, 114, 105-114.
- Sarief, S. (1986). *Kesuburan dan pemupukan tanah pertanian* (Cetakan kedua). Bandung: Pustaka Buana.
- Shiddieq, J. & Muhajir, A. (2008, 24 Juni). Mengubah lahan pasir lebih produktif. *Majalah Salam*. Denpasar.
- Singh, Y.P., Singh, G., & Sharma, D.K. (2011). Ameliorative effect of multipurpose tree species grown on sodic soils of indo-gangetic alluvial plains of India. *Arid Land Research and Management*, 25 (1), 55-74.
- Siradz, S.A. & Kabirun, S. (2003). *Pengembangan lahan marjinal pantai dengan bioteknologi masukan rendah*. Yogyakarta: Fakultas Pertanian UGM.
- Spurr, S.H. & Barnes, B.V. (1980). *Forest ecology*. (3rd ed.). New York, Chichester, Brisbane, Toronto: John Wiley & Sons.
- Srivastava, A.K. & Ambasht, R.S. (1994). Soil moisture control of nitrogen fixation activity in dry tropical casuarina plantation forest. *Journal of Environmental Management*, 42 (1), 49-54.
- Suhardi, Sutikno, Nurjanto, H.H., & Widodo, M.A. (2002). *Casuarina equisetifolia planting for rehabilitation of coastal sand dune area*. *Proceedings of The 11th International Workshop of Bio-Refor*. Seoul, Korea, 8-12 October 2002, pp. 143-150. Seoul: Seoul National University.
- Suhardi. (2005, 29 April). Cemara udang efektif cegah empasan tsunami. *Kompas*, Hal. 6(2-5).
- Sumardi. (2009). Prinsip silvikultur reforestasi dalam rehabilitasi formasi gumuk pasir di kawasan pantai Kebumen. *Prosiding seminar nasional Silvikultur Rehabilitasi Lahan: Pengembangan Strategi untuk Mengendalikan Tingginya Laju Degradasi Hutan*. Yogyakarta, 24-25 November 2008, pp.58-65. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Sutanto, R. (2005). *Dasar-dasar ilmu Tanah. Konsep dan Kenyataan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Syukur, A. (2005). Pengaruh pemberian bahan organik terhadap sifat-sifat tanah dan pertumbuhan caisim di tanah pasir pantai. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 5(1), 30-38.

- Tani, C. & Sasakawa, H. (2006). Proline accumulates in *Casuarina equisetifolia* seedlings under salt stress. *Soil Science & Plant Nutrition*, 52(1), 21-25.
- Thuy, N., Tanaka, N., & Tanimoto, K. (2012). Tsunami mitigation by coastal vegetation considering the effect of tree breaking. *Journal of Coastal Conservation*, 16(1), 111-121.
- Winarni, W.W., Yuliarti, Atmanto, W.D., & Danarto, S. (2009). Upaya manipulasi lingkungan pesisir dengan memanfaatkan mulsa organik untuk meningkatkan pertumbuhan cemara udang (*Casuarina equisetifolia* LINN). *Prosiding seminar nasional Silvikultur Rehabilitasi Lahan: Pengembangan Strategi untuk Mengendalikan Tingginya Laju Degradasi Hutan. Yogyakarta, 24-25 November 2008*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Xiao-juan, W., Zhi-kuan, J., Lian-you, L., Qing-fang, H., Rui-xia, D., Bao-ping, Y., & Kong-mei, C. (2012). Effects of organic manure application on dry land soil organic matter and water stable aggregates. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 23 (1), 159-165.