

Kajian Pengaruh Dosis Biochar Sekam Padi dan Tipe Konteiner Terhadap Beberapa Karakteristik Media dan Pertumbuhan *Acacia crassicaarpa* di Pembibitan

*Johan, Aswandi, dan Heri Junedi

Magister Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi
Kampus Universitas Jambi, Jl. A. Manap Telanaipura – Jambi 36122
*e-mail korespondensi : jhlouwch2020@gmail.com

Abstract. *One material that has the potential to replace cocopeat and peat for planting media is rice husk biochar because it has the ability to increase pH, has a porous structure and is rich in potassium. Currently, Acacia crassicaarpa nurseries generally use polybag and polytube containers which often have negative effects on rooting and problems in the planting process in the field. The use of paper bags as an alternative to containers that have a larger volume advantage than polytubes, and can be directly planted in the field requires a more in-depth study. This study aims to examine the optimum dosage of rice husk biochar and container type for the growth of Acacia crassicaarpa seedlings in nurseries. This study used a Split Plot design with a factorial pattern, each consisting of 3 main plots, namely polybag, polytube and paperbag and 4 subplots consisting of 4 doses of husk charcoal biochar, respectively 0%, 10%, 30% and 50 %. Each treatment was repeated 3 times. The variables measured were media porosity, media pH, plant height, stem diameter and seedling root volume. Data were analyzed using the ANOVA test and then tested further with the DNMR test at α 5%. Analysis using SPSS software version 2.3. The results indicated that the interaction between the type of container and the dosage of rice husk biochar only had a significant effect on the porosity variable. The type of container alone did not show a significant effect on soil pH variables, but had a significant effect on plant height, stem diameter and root volume variables. Polybags give the best results for the height and diameter of the seedlings. Polytube gave the best effect on root volume variables, paperbags showed the least circular roots. This variable was not tested but visually shows a significant difference. Treatment of single doses of biochar had a significant effect on soil pH, seedling height, seedling diameter and seedling root volume. There was a tendency to increase soil pH and root volume with increasing doses of biochar. The best seedling height and diameter variables were obtained at a dose of 10% biochar, this gives an indication that the biochar dose is optimum for seedling growth.*

Keywords: *Seed Container, Rice Husk Biochar*

Abstrak. Salah satu bahan yang memiliki potensi untuk menggantikan cocopeat dan gambut untuk media tanam adalah biochar sekam padi karena mempunyai kemampuan untuk meningkatkan pH, memiliki struktur yang porous dan kaya Kalium. Pembibitan *Acacia crassicaarpa* saat ini umumnya menggunakan konteiner polybag dan *polytube* yang sering membawa efek negatif dalam perakaran dan bermasalah dalam proses penanaman di lapangan. Penggunaan *paper bag* sebagai alternatif konteiner yang mempunyai kelebihan volume yang lebih besar dibanding *polytube*, dan dapat langsung ditanam di lapangan perlu mendapat kajian yang lebih mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah dosis biochar sekam padi dan tipe konteiner yang optimum bagi pertumbuhan bibit *Acacia crassicaarpa* di pembibitan. Penelitian ini menggunakan rancangan Split Plot dengan pola faktorial yang masing-masing terdiri dari 3 petak utama, yakni Polybag, *polytube* dan *paperbag* dan 4 anak petak yang terdiri dari 4 dosis biochar arang sekam masing-masing 0%, 10%, 30% dan 50%. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Variabel yang diukur adalah porositas media, pH media, tinggi tanaman, diameter batang dan volume akar bibit. Data dianalisis menggunakan uji Anova kemudian diuji lanjut dengan uji DNMR pada taraf α 5%. Analisis menggunakan software SPSS versi 2.3. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa interaksi antara tipe konteiner dan dosis biochar sekam padi hanya berpengaruh nyata pada variabel porositas. Tipe konteiner secara tunggal, tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada variabel pH tanah, namun berpengaruh nyata pada variabel tinggi tanaman, diameter batang dan volume akar. Polybag memberikan hasil yang paling baik terhadap tinggi dan diameter bibit. *Polytube* memberikan pengaruh terbaik pada variabel volume akar, *paperbag* menunjukkan akar melingkar yang paling sedikit. Variabel ini tidak diuji namun secara visual menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlakuan dosis biochar secara tunggal berpengaruh nyata terhadap pH tanah, tinggi bibit, diameter bibit dan volume akar bibit. Ada kecenderungan peningkatan pH tanah dan volume akar dengan meningkatnya dosis biochar. Variabel tinggi dan diameter bibit terbaik didapat pada dosis biochar 10%, hal ini memberikan indikasi bahwa dosis biochar tersebut optimum terhadap pertumbuhan bibit.

Kata kunci: Kontener Bibit, Biochar Sekam Padi

PENDAHULUAN

Menurut Mohanan dan Sharma (2005), penerapan praktek pembibitan yang terbaik dan berkelanjutan sangat terkait dengan bahan dan alat yang dipergunakan, diantaranya; kualitas benih, media tanam yang tepat, konteiner yang sesuai, kebersihan lokasi pembibitan dan perlindungan tanaman. Kihara (2012) menyatakan bahwa kelalaian dalam menyediakan media tanam yang sesuai, telah diidentifikasi sebagai salah satu faktor yang berkontribusi

terhadap kualitas bibit yang rendah dan menjadi salah penyebab tidak tercapainya tujuan mendapatkan bibit yang baik. Bahan utama media untuk pengembangan bibit *Acacia crassicarpa* saat ini adalah gambut dan cocopeat.

Gambut dan Cocopeat mempunyai beberapa sifat fisik yang sesuai untuk dipergunakan sebagai media tanam, tetapi di sisi lain juga memiliki kekurangan karena mempunyai pH yang agak masam, miskin unsur hara dan cenderung dalam kondisi basah dalam waktu panjang (Ilahi dan Ahmad, 2017). Salah satu komponen bahan yang dapat meningkatkan kualitas media ataupun menggantikan bahan media yang berbasis cocopeat dan gambut adalah Biochar sekam padi. Biochar sekam padi berpotensi menjadi salah satu sumber organik dalam memfasilitasi pertumbuhan bibit yang baik karena memiliki struktur poros serta aerasi yang baik, kaya unsur K. dan dapat berperan sebagai zeolit dalam mempertahankan unsur hara tanah agar tidak mudah tercuci oleh air dan tersedia ketika dibutuhkan oleh tanaman (Lehman dan Joseph, 2009). Identifikasi karakteristik biochar secara mendalam perlu dilakukan sebelum penerapannya karena biochar juga dapat membawa efek negatif terhadap produktifitas tanah dan tanaman (Aung *et al.*, 2018).

Kualitas bibit tidak hanya dipengaruhi oleh media tanam, juga dapat dipengaruhi oleh konteiner yang digunakan. Umumnya konteiner yang lebih besar secara signifikan meningkatkan kualitas bibit dibandingkan dengan konteiner yang lebih kecil (Oagile, *et al.*, 2016), namun demikian, penggunaan volume konteiner kecil menunjukkan tren yang meningkat sejak beberapa tahun belakangan ini karena memungkinkan kepadatan tanaman yang lebih tinggi dan kematangan tanaman tertunda (Marr dan Jirak, 1990). Penggunaan konteiner yang lebih kecil juga memungkinkan penggunaan material dan tempat yang lebih efisien. Hal ini menjadi pertimbangan sangat penting dalam hal produksi bibit dalam jumlah besar, dimana unsur biaya dan kelangsungan produksi merupakan hal yang sangat krusial. Saat ini, konteiner yang digunakan untuk di pembibitan *Acacia crassicarpa* adalah kantong plastik (polybag) dan tabung plastik (polytube). Penggunaan polybag maupun polytube mempunyai kerentanan terhadap kelainan perakaran (Schuermans, 2011). Permasalahan lain pada penggunaan konteiner tersebut adalah bibit dengan media tumbuhnya harus dikeluarkan dari konteiner pada saat penanaman. Proses ini dapat beresiko kerusakan bibit, terutama perakarannya sehingga pertumbuhan bibit akan terganggu. Mempertimbangkan permasalahan di atas, penggunaan konteiner yang memiliki volume yang ideal dan dapat langsung ditanam, seperti *paperbag*, perlu dipelajari lebih lanjut.

Acacia crassicarpa A.Cunn.ex Bent adalah tanaman asli bagian utara Queensland Australia, Barat daya Papua Nugini dan Tenggara Irian Jaya Indonesia (Thomson, 1994). Tanaman ini banyak dipilih karena memiliki kemampuan untuk memfiksasi nitrogen dari udara, dengan kemampuan bertumbuhnya cepat dan mempunyai kemampuan adaptasi yang baik pada berbagai kondisi lingkungan yang berbeda (Pinyopusarek dan C.E. Harwood, 2016). Di Indonesia, *Acacia crassicarpa* terutama dipergunakan untuk pembuatan Pulp dan kertas.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Pusat Pembibitan Sungai Tapah PT Wirakarya Sakti Kabupaten Tanjung Barat Propinsi Jambi. Waktu pelaksanaan dimulai pada bulan Desember 2020 dan berakhir pada bulan Maret 2021

Bahan yang dipergunakan meliputi; Cocopeat, Biochar sekam padi, Gambut, NPK N tinggi (29:10:10), NPK K tinggi (15:10:30), NPK P tinggi (15 :30:10), TSP, Pupuk lepas terkontrol (10:26:10), dolomit, benih *Acacia crassicarpa*, H₂SO₄ 96%. insektisida dengan bahan aktif Dimehipo (Vista 400 SL0), Chlotianidin (Stargate 600 EC), fungisida dengan bahan aktif propineb (Antracol 70WP) dan bakterisida (Starner 20 WP) yang mengandung bahan aktif Asam Oksolinik.

Alat-alat yang digunakan meliputi; pH meter, neraca analitik, tabung digestion, Spektrofotometer UV-VIS, Spektrofotometer Serapan Atom, caliper, penggaris, gembor, dan hand sprayer.

Percobaan ini menerapkan Rancangan Split plot yang meliputi; tipe konteiner sebagai main plot dan komposisi biochar sekam padi sebagai sub plot.

Main plot terdiri dari 3 tipe konteiner yaitu:

KT₁ = polytube kotak volume: 75 cc (konteiner standar)

KT₂ = polybag volume: 282,6 cc

KT₃ = *paperbag ellepot* volume: 140 cc

sub plot terdiri dari 4 dosis biochar sekam padi yaitu :

Biochar 0% (BC₀) = 200 l media standar (tanpa biochar)

Biochar 10% (BC₁) = 200 l media standar + 22,2 l biochar

Biochar 30% (BC₂) = 200 l media standar + 85,7 l biochar

Biochar 50% (BC₃) = 200 l media standar + 200 l biochar

Dari ke dua faktor tersebut, diperoleh jumlah perlakuan sebanyak 12 kombinasi, masing-masing:

(KT1)		(KT2)		(KT3)	
BC0	BC1	BC0	BC1	BC0	BC1
BC2	BC3	BC2	BC3	BC2	BC3

Setiap perlakuan diulang masing-masing 3 kali sehingga terdapat 36 unit percobaan. Dimensi plot percobaan berupa *pottray* yang berisi 32 tanaman sehingga didapat populasi sebanyak 1.152 tanaman dalam plot percobaan. Tanaman sampel untuk pengukuran ditetapkan secara sistematis sebanyak 16 batang dari satu plot. Pengukuran dilakukan pada akhir penelitian. Adapun untuk sampel destruktif akar diambil 5 tanaman secara sistematis dari tanaman sample lainnya.

Bahan-bahan dipersiapkan untuk pembuatan media dengan masing-masing komposisi sesuai perlakuan. Sebelum dipergunakan, gambut dan serabut kelapa disterilkan terlebih dahulu menggunakan *steamer* dengan suhu >90°C selama 10 menit. Setelah itu, gambut sebagai salah satu komponen media, terlebih dahulu dicampur dengan dolomit sebanyak 1 kg dan diaduk hingga merata dan diinkubasi selama 7 hari sebelum dicampur dengan komponen lain sesuai perlakuan.

Tabel 1. Jumlah dan Komposisi Media Masing-masing Perlakuan

Perlakuan (% biochar)	Cocopeat (Liter)	Gambut (Liter)	Biochar sekam padi (Liter)	NPK (Gram)	TSP (Gram)
0 (BC0)	150	50	0	1000	600
10 (BC1)	150	50	22,2	1111	666,6
30 (BC2)	150	50	85,7	1428,5	857,1
50 (BC3)	150	50	200	2000	1200

Bahan-bahan penyusun media tanam dan pupuk kemudian dicampur sesuai perlakuan dan diaduk sampai tercampur merata. Selanjutnya masing-masing media dimasukkan ke dalam kontener yang telah disiapkan sesuai perlakuan dan diletakkan sesuai denah percobaan yang telah dibuat.

Penanaman dilakukan di areal rumah kaca. Sebelum penanaman, semua media terlebih dahulu disiram dengan air agar media terisi dengan sempurna. Bila ada kontener yang tidak terisi sempurna, maka ditambahkan sampai penuh. Penanaman dilakukan dengan menggunakan tugal pada kedalaman 1 cm. Lubang yang terbentuk kemudian diisi dengan 1 benih yang sebelumnya telah diperlakukan dengan perendaman Asam Sulfat pekat.

Pemupukan dilakukan dengan menggunakan pupuk padatan yang dilarutkan ke dalam air kemudian disiram ke bibit. Dosis dan frekwensi pemupukan ditentukan berdasarkan umur bibit.

Tabel 2. Dosis dan Frekwensi Pemupukan Berdasarkan Umur Bibit

Umur (Hari)	Jenis Pupuk	Dosis	Frekwensi
21 - 45	NPK (29-10-10)	3 gr/L (4 L/ M ²)	2x seminggu
46 - 75	NPK (15-10-30)	5 gr/L (4 L/ M ²)	2x seminggu

Penyiraman pada areal rumah kaca dan areal bernaungan, dilakukan 2 kali sehari, pada areal terbuka, penyiraman akan dikurangi apabila terjadi hujan.. Gulma di dalam kontener dikendalikan dengan cara dicabut.

Pengukuran tinggi dan diameter batang dilakukan pada tanaman sampel sebanyak 15 batang yang dipilih secara sistematis. Pengukuran volume akar ditetapkan sebanyak 5 batang dilakukan secara sistematis dari tanaman sampel yang sudah ditetapkan.

Data hasil percobaan dianalisis secara statistik menggunakan uji Anova kemudian diuji lanjut dengan uji beda nilai rata-rata DNMRT (Duncan New Multiple Range Test) pada taraf α 5%. Analisis menggunakan software SPSS versi 2.3.,

Variabel yang diamati meliputi :

Porositas Media

Total ruang pori atau porositas dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Porositas (\%)} = \left(1 - \frac{\text{berat jenis}}{\text{berat jenis partikel}} \right) \times 100\%$$

pH Media

Pengukuran terhadap pH media dilakukan dengan mengambil sample media diawal dan akhir penelitian. Pengukuran menggunakan metode standar yang menggunakan rasio media / air 1: 2.5. 10 g sampel ditambahkan 50

ml air suling, diaduk selama 30 menit dengan kecepatan 200 rpm dan dibiarkan selama 30 menit. Pengukur pH dikalibrasi menggunakan pH 7 dan larutan buffer pH 4.

Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur pada hari ke 75 dengan menggunakan penggaris. Pengukuran tanaman sampel dimulai dari permukaan media sampai tunas termuda dari tanaman.

Diameter Tanaman (mm)

Diameter tanaman diukur pada hari ke 75 dengan menggunakan *caliper*. Pengukuran diameter dilakukan sejajar dengan permukaan media

Volume Akar (cm³)

Volume akar diukur dengan memanfaatkan prinsip Archimedes dengan menggantikan volume akar dengan volume air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Tipe Konteiner

Tipe konteiner yang dipergunakan dalam penelitian adalah polybag, *polytube* dan *paperbag*. Masing-masing konteiner memiliki karakteristik yang berbeda. Polybag terbuat dari plastik berwarna hitam memiliki 16 lubang pada dinding dan 8 lubang pada dasar polybag. *Polytube* terbuat dari bahan polietilen berbentuk tabung dengan dinding yang solid dan mempunyai satu lubang di bagian dasar namun tidak ada lubang di dindingnya. *Paperbag* terbuat dari bahan selulosa (*ellepot paper*) tidak mempunyai lubang pada dinding tetapi mempunyai luas penampang permukaan atas dan bawah yang sama (tidak mempunyai dasar). Beberapa perbedaan karakteristik tipe konteiner disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3. Karakteristik/Dimensi Tipe Konteiner

Tipe Konteiner	Volume	Luas penampang atas	Luas Penampang bawah	Tinggi
	cm ³	cm ²		
Polybag	282,6	28,26	28,26	10
Polytube	75	10,89	4,84	10
<i>Paperbag</i>	140	15,9	15,9	9

Tabel 3 menunjukkan bahwa polybag memiliki volume yang paling besar dengan volume 282,6 cm³ menyusul *paperbag* dengan volume 140 cm³ dan yang terkecil adalah *polytube* dengan volume 75 cm³. *Paperbag* mempunyai bagian atas dan bawah yang terbuka dan diisi secara mekanis dengan mesin (*Ellepot*).

Karakterisasi Bahan Media

Bahan penyusun media yang dipergunakan dalam penelitian adalah biochar sekam padi, cocopeat dan gambut. Analisis beberapa karakteristik dilakukan pada awal penelitian dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil analisis bahan penyusun media penelitian

Jenis Sampel	pH (H ₂ O)	C-Org	N-Tot.	Ratio C/N	Porositas
		Walkley	Kjeldahl		
		Black			
Biochar Sekam Padi	7,14	35,0	0,9	39,8	46,2
Cocopeat	5,58	45,9	0,6	79,1	75,70
Gambut	3,08	52,8	1,2	45,5	50,04

Sumber: Hasil Analisa laboratorium Tanah PT Wirakarya Sakti

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa biochar sekam padi memiliki pH yang tertinggi diantara bahan penyusun media lain, kemudian menyusul cocopeat dan gambut. pH biochar sekam padi termasuk kategori bereaksi basa sedangkan pH cocopeat termasuk kategori bereaksi agak masam dan pH gambut termasuk kategori sangat masam (Harjowigeno, 1995). Porositas tertinggi ditemukan pada cocopeat kemudian menyusul gambut dan biochar. Berdasarkan kelas porositas cocopeat termasuk dalam kelas poros, biochar sekam padi termasuk kategori baik, sedangkan gambut termasuk dalam kategori kurang baik (Arsyad, 1989). Karakterisasi kerapatan lindak, menunjukkan bahwa kerapatan lindak tertinggi didapat pada gambut, kemudian menyusul biochar sekam padi dan terakhir cocopeat. Gambut yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah gambut yang termasuk dalam kematangan hemis yang ditandai dengan warna coklat dan bila diremas maka akan terdapat sepertiga sampai dua pertiga jumlah serat yang tertinggal di telapak tangan (Agus *et al.*, 2011)

Porositas Media

Hasil analisis ragam menunjukkan tipe konteiner dan komposisi biochar secara tunggal maupun interaksi berpengaruh nyata terhadap porositas media pada umur 75 hari setelah penaburan benih. Rata-rata porositas media pada masing-masing perlakuan tipe konteiner dan komposisi biochar disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 5. Interaksi tipe konteiner dan komposisi biochar sekam padi terhadap porositas media pada umur 75 hari setelah penaburan benih

Tipe Konteiner	Komposisi Biochar Media				Rata-rata
	0%	10%	30%	50%	
	--- Porositas (%) ---				
Polybag	78,01 A b	81,25 A ab	83,82 A ab	84,50 A a	81,90
Polytube	61,47 B b	77,82 B a	80,05 B a	81,33 B a	75,20
Paperbag	60,18 B c	72,50 B b	78,57 B ab	80,68 B a	73,00
Rata-rata	66,60	77,2	80,80	82,20	76,70

Keterangan: Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal. Angka yang diikuti huruf yang sama memberikan indikasi hasil yang tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan α 5%.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa tipe konteiner berpengaruh nyata terhadap porositas media dimana polybag memberikan porositas paling tinggi dan berbeda nyata dibanding polytube dan paperbag. Konteiner polytube memberikan hasil porositas yang paling kecil dan menunjukkan beda yang nyata dengan polybag namun tidak berbeda nyata dengan paperbag.

Tabel 5 juga menunjukkan bahwa komposisi biochar memberikan pengaruh nyata pada porositas media, semakin tinggi persentase biochar sekam padi menyebabkan porositas media yang semakin tinggi. Downie *et al* (2009) menyatakan bahwa pencampuran biochar berkontribusi secara nyata terhadap porositas melalui perubahan permukaan area padatan, distribusi ukuran partikel dan densitas tanah. Biochar sebagai bagian dari media dapat membawa efek terhadap kapasitas konteiner, rongga udara dan porositas total media (Mishra *et al.* 2017). Pencampuran biochar dengan kompos akan meningkatkan persentase partikel yang lebih besar sehingga menyebabkan meningkatnya pori udara media (Zhang *et al.* 2014).

Selanjutnya berdasarkan analisis ragam didapatkan bahwa interaksi antara faktor tipe konteiner dan komposisi biochar sekam padi berpengaruh nyata terhadap porositas media. Porositas media semakin meningkat dengan semakin meningkatnya komposisi biochar sekam padi hanya terjadi pada konteiner polytube dan *paperbag*, namun tidak terjadi pada konteiner polybag. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya persentase biochar sekam padi akan meningkatkan porositas hanya akan terjadi bila ada interaksi dengan konteiner yang digunakan. Peningkatan persentase biochar tidak serta merta meningkatkan porositas media secara nyata. Penelitian Vaughn *et al.* (2013) menunjukkan bahwa efek biochar terhadap porositas media tidak selalu tetap dan tidak memiliki kecenderungan yang spesifik. Efek penyampuran media dengan biochar sekam padi terhadap porositas selain ditentukan oleh persentase biochar juga ditentukan oleh tipe konteiner yang digunakan. Porositas yang berbeda pada konteiner polytube, hanya terjadi bila persentase biochar sekam padi semakin kecil yakni 10% dan 0%, namun berpengaruh tidak nyata pada persentase 30% dan 50%.

pH Media

Hasil Analisis ragam pada data tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata interaksi antara faktor tipe konteiner dan komposisi biochar sekam padi terhadap pH media. Secara tunggal, faktor tipe konteiner berpengaruh tidak nyata terhadap pH media, namun pada faktor komposisi media terdapat pengaruh yang nyata pada umur bibit 75 hari setelah penaburan benih. Rata-rata pH media pada masing-masing perlakuan tipe konteiner dan komposisi media disajikan pada table berikut:

Tabel 6. Pengaruh tipe konteiner dan komposisi biochar terhadap pH media pada umur 75 hari setelah tabur di pembibitan

Perlakuan	pH
Tipe konteiner :	
Polybag	4,85 a
Polytube	4,88 a
Paperbag	4,87 a
Komposisi biochar sekam padi :	
0 %	4,73 b
10 %	4,86 ab
30%	4,92ab
50%	4,95 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama memberikan indikasi tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan pada taraf α 5%.

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa tidak ditemukan adanya kecenderungan meningkat ataupun menurunnya pH media pada tipe konteiner yang berbeda. Perlakuan komposisi biochar, menunjukkan adanya kecenderungan meningkatnya pH seiring dengan peningkatan persentase biochar. pH tertinggi didapatkan pada perlakuan biochar 50% yang tidak berbeda nyata dengan biochar 30% maupun 10%, namun berbeda nyata dengan persentase biochar 0%. Peningkatan pH ini terjadi karena berdasarkan hasil analisis pada bahan penyusun media, biochar memiliki pH tertinggi dibanding cocopeat dan gambut sebagai bahan penyusun media. Persentase biochar yang lebih tinggi akan meningkatkan proposinya dalam media sehingga pH menjadi lebih tinggi. Biochar umumnya bersifat basa sehingga dapat dipergunakan untuk menetralkan keasaman media yang berbasis gambut (Nemati *et al.* 2014). Kemampuan biochar dalam menetralkan keasaman disebabkan adanya muatan negatif pada permukaan biochar (Mendez *et al.* 2015). Selanjutnya menurut Kamath dan Proctor (1998) Media yang mengandung biochar sekam padi cenderung memiliki pH yang lebih tinggi. Hal ini terjadi akibat adanya kandungan silika dalam biochar sekam padi sampai 20%.

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam mengindikasikan tidak adanya interaksi antara faktor tipe konteiner dan komposisi biochar sekam padi terhadap tinggi tanaman, tetapi secara tunggal, masing-masing memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 75 hari setelah penaburan benih. Tinggi tanaman rata-rata pada masing-masing perlakuan tipe konteiner dan komposisi biochar disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 7. Pengaruh tipe konteiner dan komposisi biochar terhadap tinggi tanaman 75 hari di pembibitan

Perlakuan	Tinggi tanaman
	--- cm ---
Tipe konteiner:	
Polybag	34,65 a
Polytube	26,04 b
Paperbag	23,48 c
Komposisi biochar sekam padi:	
0 %	28,46 ab
10 %	29,93 a
30%	27,07 ab
50%	26,78 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama memberikan indikasi tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan pada taraf α 5%.

Pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa tinggi tanaman tertinggi didapat pada tipe konteiner polybag, menyusul kemudian polytube dan yang terakhir paperbag.

Volume polybag yang lebih besar memungkinkan jumlah media yang lebih banyak. Kondisi ini memungkinkan kandungan unsur hara yang lebih tinggi. Penelitian pada beberapa jenis dan ukuran konteiner menunjukkan bahwa ukuran konteiner yang lebih besar secara nyata berpengaruh meningkatkan tinggi tanaman, volume akar, rasio akar terhadap pupus dan jumlah daun. (Ouma, 2007; Oagile *et al.*, 2016). Volume konteiner yang lebih besar menyebabkan ruang untuk pertumbuhan akar lebih mudah berkembang sehingga penyerapan air dan

unsur hara semakin optimal (Onggo *et al.*, 2017). Ukuran konteiner yang kecil dapat menyebabkan terbatasnya pertumbuhan akar akan menyebabkan menurunnya kapasitas fotosintetik tanaman dengan mekanisme fisiologis yang serupa dengan stress akibat kekurangan air (Shi *et al.*, 2008).

Tinggi tanaman terendah didapat pada perlakuan paperbag. Secara ukuran, paperbag memiliki volume lebih besar dibanding polytube tetapi pada proses pengisian media terjadi pemadatan yang tinggi yang menyebabkan pertumbuhan akar yang terhambat. Kormanek *et al.* (2013) menyatakan bahwa bibit yang berukuran lebih kecil ditemukan pada media yang diberi perlakuan pemadatan dengan kepadatan media yang tinggi, dengan penurunan sekitar 8,6% dibanding media yang tidak dipadatkan. De Boodt dan Verdonk (1972) melaporkan bahwa pemadatan media yang lebih tinggi memicu struktur dan porositas yang lebih rendah dan sebagai konsekwensinya, perkembangan tanaman menjadi semakin terhambat. Pemadatan pada media di nursery ditandai dengan peningkatan densitas, penurunan total porositas, konduktifitas hidrolis dan permeabilitas udara (Boja N dan Boja F, 2011). Media yang semakin padat akan menurunkan net fotosintesis dan meningkatkan tingkat respirasi tunas (Conlin dan Driessche, 1996).

Perlakuan komposisi biochar sekam padi menunjukkan bahwa tinggi tanaman dipengaruhi secara nyata oleh persentase biochar. Tinggi tanaman terbaik didapatkan pada perlakuan biochar 10% namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan 0% dan 30 % biochar. Tinggi tanaman paling rendah didapatkan pada perlakuan biochar 50%, secara statistik tidak menunjukkan beda nyata dengan perlakuan biochar 0% dan 30% tetapi menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan biochar 10%. Terdapat peningkatan tinggi tanaman dari 0% ke 10% namun setelah itu cenderung menurun seiring dengan semakin meningkatnya persentase biochar. Hal ini menunjukkan bahwa persentase biochar meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman hanya sampai dosis tertentu, dan setelah dosis tersebut, peningkatan persentase biochar, justru akan menurunkan tinggi tanaman. Hasil penelitian Arabi *et al* (2018) menunjukkan terjadinya peningkatan produksi kedele dari 2.335 ton/hektar menjadi 3.347 ton/hektar dan 3.417 ton/hektar pada pemberian biochar 0 ton/hektar, 2,5 ton/hektar dan 8 ton/hektar, namun menurun lagi menjadi 3.292 ton/hektar pada pemberian biochar 16 ton/hektar. Kondisi ini disebabkan adanya peningkatan konduktifitas elektrolit (EC) yang menyebabkan meningkatnya salinitas media. Penelitian Aung *et al.* (2018) pada tanaman *Quercus serrata* dan *Prunus sargentii* dengan sistem produksi di kontener menunjukkan perlakuan dengan biochar dapat menurunkan tinggi, diameter dan berat kering bibit dibandingkan dengan kontrol, namun masih tetap diatas minimum standard.

Diameter Tanaman

Hasil analisis ragam pada data menunjukkan tidak terdapat interaksi nyata antara faktor tipe konteiner dan komposisi biochar sekam padi terhadap diameter tanaman, namun secara tunggal, masing-masing faktor memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter tanaman pada umur 75 hari. Rata-rata diameter tanaman pada masing-masing perlakuan tipe konteiner dan komposisi biochar disajikan pada berikut:

Tabel 8. Pengaruh tipe konteiner dan komposisi biochar terhadap diameter tanaman pada umur 75 hari setelah tabur di pembibitan

Perlakuan	Diameter tanaman
	--- mm ---
Tipe konteiner :	
Polybag	3,69 a
Polytube	3,35 b
Paperbag	3,37 b
Komposisi biochar sekam padi :	
0 %	3,44 b
10 %	3,66 a
30%	3,42 b
50%	3,36 b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama memberikan indikasi tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan pada taraf α 5%.

Pada Tabel 8, dapat dilihat bahwa perlakuan tipe konteiner memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter tanaman. Diameter tanaman paling besar didapat pada tipe konteiner polybag. Konteiner polybag menghasilkan diameter tanaman yang berbeda nyata dibanding dengan polytube dan *paperbag*. Diameter tanaman antara polytube dan *paperbag* tidak berbeda nyata. Pertumbuhan diameter pada polybag yang paling besar disebabkan volumenya yang paling besar. Volume konteiner yang lebih besar memungkinkan jumlah media yang lebih banyak sehingga menyediakan kandungan nutrisi yang lebih banyak. Selain itu, volume konteiner yang lebih

besar juga menyebabkan ruang untuk pertumbuhan akar lebih mudah berkembang (Ghorbani *et al*, 2008). Diameter tanaman pada polytube dan paperbag secara nyata lebih rendah dibanding dengan polybag namun tidak berbeda nyata diantara keduanya. Walaupun pada parameter tinggi kedua tipe konteiner ini berbeda nyata namun parameter diameter, kedua perlakuan ini tidak menunjukkan adanya berbeda nyata. Hal ini terjadi diduga karena adanya kecenderungan tanaman untuk bersifat dominan pada penambahan tinggi tanaman sehingga pengaruhnya kurang terlihat pada pembesaran diameter (Onggo *et al*. 2017).

Perlakuan komposisi biochar sekam padi menunjukkan adanya pengaruh nyata persentase biochar terhadap diameter tanaman. Diameter tanaman tertinggi didapatkan pada perlakuan biochar 10% namun tidak menunjukkan adanya beda yang nyata dengan perlakuan biochar 0% dan 30%. Diameter tanaman terendah didapatkan pada perlakuan biochar 50% yang menunjukkan tidak adanya beda yang nyata dengan perlakuan biochar 0% dan 30% tetapi berbeda nyata dengan perlakuan biochar 10%. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan diameter tanaman dari 0% ke 10% namun setelah itu cenderung menurun seiring dengan semakin meningkatnya persentase biochar. Hal ini menunjukkan bahwa persentase biochar meningkatkan pertumbuhan diameter tanaman hanya sampai dosis tertentu, dan setelah dosis tersebut, peningkatan persentase biochar, justru akan menurunkan diameter tanaman. Hasil yang sama ditunjukkan pada penelitian oleh Onggo *et al* (2017) yang mendapatkan kesimpulan peningkatan persentase arang sekam dari 0% menjadi 10% akan meningkatkan diameter tanaman tomat umur 8 bulan, namun penambahan persentase arang sekam menjadi 20%, malah akan menyebabkan menurunnya diameter tanaman. Penambahan biochar yang seharusnya berdampak menguntungkan terlihat justru akan menurunkan pertumbuhan bila diberikan secara berlebihan. Menurut Lehman *et al* (2003) , biochar selain berdampak positif juga mempunyai dampak negatif terhadap kualitas tanah karena immobilisasi. Penurunan diameter tanaman dengan semakin tingginya pemberian biochar dapat terjadi ditunjang hasil analisa media yang menunjukkan porositas media yang semakin tinggi dengan semakin meningkatnya persentase biochar. Peningkatan porositas yang berlebihan dapat menyebabkan berkurangnya air yang berpengaruh terhadap turgor sel sehingga akan mengurangi berkembangnya sel, sintesis protein dan dinding sel (Solichatun, *et al*. 2005)

Volume Akar Tanaman

Hasil analisis ragam terhadap data menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata interaksi antara faktor tipe konteiner dan komposisi biochar sekam padi terhadap volume akar tanaman, namun secara tunggal, masing-masing faktor pengaruh nyata terhadap volume akar tanaman pada umur 75 hari. Rata-rata volume akar tanaman pada masing-masing perlakuan tipe konteiner dan komposisi biochar disajikan pada tabel berikut:

Tabel 9. Pengaruh tipe konteiner dan komposisi biochar terhadap volume akar tanaman pada umur 75 hari setelah tabur di pembibitan

Perlakuan	Volume akar --- cm ³ ---
Tipe konteiner :	
Polybag	9,23 b
Polytube	13,62 a
Paperbag	8,37 b
Komposisi biochar sekam padi :	
0 %	8,71 c
10 %	9,70 bc
30%	10,75 b
50%	12,47 a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama memberikan indikasi tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan pada taraf α 5%.

Pada Tabel 9 dapat dilihat bahwa perlakuan tipe konteiner berpengaruh nyata terhadap volume akar tanaman. Volume akar tanaman paling besar didapat pada tipe konteiner polytube. Tipe konteiner polytube menunjukkan volume akar tanaman yang berbeda yang nyata dibanding dengan polybag dan paperbag namun antara polybag dan paperbag tidak berbeda nyata. Volume akar tertinggi pada polytube disebabkan dimensinya yang ideal untuk pertumbuhan volume akar. Polytube yang sering juga sebut sebagai *root trainer container* mempunyai dinding yang terbuat dari polyethylene yang solid dan didalamnya terdapat bagian yang menonjol yang berfungsi sebagai sekat pembatas untuk mengarahkan akar agar tumbuh kebawah dan tidak saling melingkar (Root guide). Pada bagian bawah konteiner polytube terdapat beberapa lubang kecil yang berfungsi untuk drainase dan *self pruning* untuk akar yang berlebih. Karakteristik konteiner ini menyebabkan akar yang terdapat dalam konteiner polytube menjadi lebih besar dan lebih berat. Morfologi konteiner adalah salah satu faktor utama yang harus dipertimbangkan secara hati-

hati karena desainnya akan ikut menentukan karakteristik morfologis dan fisiologis bibit, terutama dalam hal sistem perakaran (Dominiquez-Lerena *et al.*, 2006, Landis, 1990). Penelitian efek desain konteiner terhadap pertumbuhan pupus dan akar dari beberapa tanaman sayuran oleh Gallegous *et al.* (2020) menyimpulkan bahwa adanya sekat dalam dinding konteiner sesuai dengan produksi biomasa tanaman hortikultura dan secara substansial meningkatkan volume akar yang meningkatkan kemampuan tanaman mengatasi stress kekurangan air. Polybag yang memiliki volume yang lebih besar ternyata memiliki volume akar yang lebih kecil dibanding volume akar pada polytube. Volume yang lebih besar tidak selalu memberikan pertumbuhan berat kering akar semakin besar. Hasil penelitian terhadap efek tipe dan ukuran konteiner terhadap pertumbuhan dan kualitas bibit *Santalum album L* yang dilakukan oleh Annapura *et al.* (2003) menunjukkan bahwa tipe konteiner *root trainer* dengan volume 600 mL memberikan hasil berat kering akar yang lebih baik dibanding polybag yang berukuran 600 mL, 1000 mL dan 1500 mL. Berat akar kering yang rendah pada konteiner polybag dapat terjadi karena jeleknya drainase yang menyebabkan kondisi air di media yang berlebihan. Kondisi ini menyebabkan kemampuan akar bertumbuh menjadi tidak optimal. Hal lain yang menyebabkan Berat kering akar yang rendah pada polybag adalah kecenderungan untuk membentuk akar yang menggulung. Hal ini juga menjadi penyebab pertumbuhan akar yang tidak optimal. Annapura *et al.* (2003) menyatakan bahwa akar yang menggulung dan perkembangan akar yang jelek pada polybag menyebabkan berat kering akar dan indeks kualitas bibit yang rendah.

Volume akar terendah ditemukan pada perlakuan paperbag, hal ini terjadi karena kondisi medianya yang padat pada saat pengisian. Media yang padat menyebabkan rendahnya porositas dan kandungan oksigen media sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan akar. Hasil terkini menunjukkan bahwa inisiasi akar sekunder akan meningkat dengan semakin meningkatnya porositas udara tanah yang disebabkan meningkatnya ketersediaan oksigen. Hasil penelitian dengan jagung menunjukkan bahwa perkembangan akar sekunder yang nyata didapatkan pada perlakuan ketersediaan oksigen normal (21%) dibanding tanaman yang tidak diareasi atau dengan aerasi 5% (Liang *et al.*, 1996).

Papebag menunjukkan volume akar yang paling rendah namun secara visual tidak ditemukan adanya gejala akar melingkar seperti yang ditemukan pada polybag dan polytube. Cademon *et al* (2005) melaporkan bahwa formasi perakaran yang jelek pada bibit polybag disebabkan struktur polybag yang memancing pertumbuhan akar yang membentuk spiral begitu akar menyentuh bagian dalam polybag yang mempunyai permukaan yang licin. Polybag dan polytube mempunyai beberapa kekurangan. Bagian dalam mereka yang rata dan licin merangsang akar untuk menggulung didalam konteiner yang menyebabkan akar tidak mampu menjangkar secara cepat dalam tanah setelah ditanam. Sebaliknya paperbag tidak memiliki bagian bawah yang tertutup memberikan kesempatan akar untuk menembus dinding yang terbuat dari selulosa sehingga tidak terjadi akar yang melingkar (Miriuki 2013)

Hasil pengukuran menunjukkan adanya kecenderungan meningkatnya volume akar tanaman dengan semakin tingginya persentase biochar. Volume akar tanaman tertinggi didapatkan pada perlakuan biochar 50% yang menunjukkan beda yang nyata dengan perlakuan biochar 0% dan 10%, namun tidak menunjukkan beda yang nyata dengan biochar 30%. Volume akar tanaman terendah didapatkan pada perlakuan biochar 0% namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan biochar 10%. Kecenderungan meningkatnya Volume akar dengan meningkatnya persentase biochar, dapat terjadi karena porositas yang semakin meningkat. Zhang *et al.* (2014) menyatakan bahwa penambahan biochar 20% atau 30% pada kompos dapat meningkatkan tinggi tanaman dan kualitas perakaran tanaman *Calathea insignis* dibandingkan dengan tanpa biochar sebagai akibat peningkatan retensi air, optimalisasi total porositas, porositas aerasi, porositas daya pegang air, nutrisi dan aktifitas mikroba. Kisaran porositas yang direkomendasikan untuk media konteiner yang dipergunakan secara komersial adalah 50% - 85% (Bilderback *et al.*, 2005).

KESIMPULAN

Interaksi tipe konteiner dan dosis biochar berpengaruh nyata terhadap porositas media, namun berpengaruh tidak nyata untuk variabel lainnya. Tipe konteiner berpengaruh nyata terhadap porositas media, tinggi, diameter dan volume akar bibit, namun berpengaruh tidak nyata terhadap pH. Tinggi dan diameter bibit tertinggi didapat pada polybag, sedangkan volume akar terbaik didapat pada polytube. Paperbag menunjukkan gejala akar melingkar yang paling sedikit dibanding polybag maupun polytube. Variabel ini hanya berupa pengamatan visual.

Persentase biochar berpengaruh nyata terhadap tinggi, diameter dan volume akar. Tinggi dan diameter terbaik didapat pada perlakuan biochar 10%. Terdapat peningkatan pertumbuhan bibit dari biochar 0% ke 10%, namun kemudian cenderung menurun bila dosisnya meningkat. Volume akar terbesar didapatkan pada persentase biochar 50% dan cenderung meningkat dengan semakin meningkatnya persentase biochar..

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melihat pertumbuhan masing-masing perlakuan sampai tahap pertumbuhan di lapangan untuk memastikan variabel mana yang lebih berperan terhadap pertumbuhan tanaman. Biochar sekam padi dapat dipergunakan untuk substitusi dan meningkatkan kualitas media. Persentase terbaik untuk pertumbuhan tinggi dan diameter adalah 10%. Sedangkan untuk volume akar terbaik didapatkan pada persentase biochar 50%. Adapun untuk tipe konteiner, masing-masing konteiner mempunyai keunggulannya tersendiri.

Pemilihan tipe konteiner dapat disesuaikan dengan kondisi dan pertimbangan praktis di pembibitan maupun di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus F, Hairiah K, Mulyani A. 2011. Pengukuran Cadangan Karbon Tanah Gambut. Petunjuk Praktis. World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDL), Bogor, Indonesia.
- Annapura, D., T.S Rathore and G. Joshi. 2013. Effects of container tipe and size on growth and quality of seedling of India sandalwood (*Santalum album* L.) Australian Forestry.
- Arabi, Z., Hasan Eghtedaey, H., Gharehchmaghloo, B., Faraji, A. 2018. Effect of Biochar and Bio-Fertilizer on Yield and Qualitative Properties of Soybean and Some Chemical Properties of Soil. Arabian Journal of Geosciences.
- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor.
- Aung, A., Han, S. H., Youn, W.B., Meng, L., Cho, M.S., Park, B.B. 2018. Forest Science and Technology.
- Bilderback, T. E., Warren, S. L., Owen, J. S., Albano, J. P. 2005. Healthy Substrates Need Physical Too. Holotechnology.
- Boja, N. and Boja, F. 2011. Variation of Soil Compaction in Forest Nurseries. Environmental Science. Research Journal of Agricultural Science.
- Cedemon, E. D., Mangoang, E. O., Gregorion, N. O., Pasa, A. E., Herbohn, J. L. 2004. Nursery Management in Relation to Root Deformation, Sowing and Shading. Annals of Tropical Research.
- Conlin, T. S. S. S and Van den Driessche, R. 1996. Short-term Effect of Soil Compaction on Growth of *Pinus contorta* Seedlings. Canadian Journal of Forest Research.
- De Boodt, M. F., Verdonck, O. F., Cappaert, I. M. 1974. Method for Measuring the Water Release Curve of Organic Substrates. Acta Horticulturae.
- Dominiguez-Lerena, S., N. Sierra, Manzano, I. C., Bueno, L. O. 2006. Container Characteristic Influence *Pinus pinea* Seedling Development in the Nursery and Field. For. Ecol. Mgt.
- Downie, A., Munroe, P., Crosky, A. 2009. Characteristic of Biochar-Physical and Structural Properties in Lehman, J. and Josep, S. (Eds), Biochar for Environmental Management, Science and Technology, Earthscan, London.
- Gallegos, J., Alvaro, J. E., Urrestarazu, M. 2020. Container Design Effects Shoot and Root Growth of Vegetable Plant. HortScience.
- Ghorbani, R., Koocheki, A., Jahan, M., Asadi, G, A. 2008. Impact of Organic Amendments and Compost Extracts on Tomato Production and Storability in Agroecological Systems. Agron. Sustain. Dev.
- Hardjowigeno, Sarwono. 1995. Ilmu Tanah. Jakarta: Akademika Presindo
- Ilahi, W. F. F. and Ahmad, D. 2017. A Study on the Physical and Hydraulic Characteristics of Cocopeat Perlite Mixture as a Growing Media in Containerized Plant Production. Sain Malaysiana.
- Kamath, S. R. and Proctor, A. 1998. Silica Gel from Rice Husk Ash: Preparation and Characterization. Cereal Chemistry.
- Kihara, J. 2002. Effect of Tree Nursery Growing Media and Farmers Management Techniques on Seedling Quality in Mount Kenya Region. Thesis. Kenyatta University
- Kormanek, M., Banach, J., Ryba, M. 2013. Influence of Substrate Compaction in Nursery Containers on the Growth of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Seedlings. Forest Research Papers.
- Landis, T. D. 1990. The Containers and Growing Media, The Container Tree Nursery Manual. USDA Forest Service
- Lehman, J., Silva Junior, J. P., Steiner, C., Nehls, T. 2003. Nutrient Availability and Leaching in an Archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon Basin : Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments. Plant and Soil.
- Lehman, J. and S, Joseph. 2009. Biochar for Environmental Management. Earthscan
- Liang, B. M., Sharp, R. E., Baskin, T. I. 1997. Regulation of Growth Anisotropy in Well-Watered and Water-stressed maize Roots (I. Spatial Distribution of Longitudinal, Radial and Tangential Expansion Rates. Plant Physiol.
- Marr, C. W. and M. Jirak. 1990. Holdin Tomato Transplants in Plug Trays. Hortiscience.
- Mendez, A., Paz-Ferreiro, J., Gil, E., Gasco, G. 2015. The Effect of Paper Sludge and Biochar Addition on Brown Peat Coir Based Growing Media Properties. Sci. Hortic.
- Mishra, A., Taing, K., Hall, M. W., Shinogi, Y. 2017. Effects of Rice Husk and Rice Husk Charcoal on Soil Physicochemical Properties, Rice Growth and Yield. Agricultural Science.
- Mohan, C. and J, K. Sharma. 2005. Improvement of Seedling Production System in Forestry Sector and Its Impact on Seedling Health. Working Paper of The Finnish Forest Research Institute.
- Miriuki, J., Anne, W. Kuria., Catherine. M., Athanase, M. 2013. Testing Biogradable Seedling Containers as an Alternative for Polythene Tubes in Tropical Small Scale Tree Nursery. Small-Scale Forestry.

- Nemati, M. R., Simard, F., Fortin, J. P., Beaudoin, J. Potential Use of Biochar in Growing Media. 2014. *Vadose Zone Journal*.
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Laird, D. L., Ahmedna, M., Watts, D. W., Niandou, M. A., S. 2009. Impact of Biochar Amendment on Fertility of a Southeastern Coastal Plain. *Soil Scie.*
- Oagile, O., P, Gabolemogwe and C. Matswane. 2016. Effect of Container Size on the Growth and Development of Tomato Seedlings. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*.
- Onggo, T. M., Kusumiyati., Nurfitriana, A. 2017. Pengaruh Penambahan Arang Sekam dan Ukuran Polybag Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat Kultivar 'Valouro' Hasil Sambul Batang. *Jurnal Kultivasi*.
- Ouma, G. 2007. Effect of Different Container Sizes and Irrigation Frequency on the Morphological and Physiological Characteristics of Mango (*Mangifera indica*) Rootstock Seedlings. *International Journal of Botany*.
- Pinyopusarek, K. and C, E. Harwood. 2016. *Acacia crassicarpa*. PROSEA
- Schuermans, J. 2011. The Development of Wall-Less Plug for Planting Stock of Forest Trees. School of Agricultural, Earth and Environmental Science College of Agriculture, Engineering and Science University of KwaZulu-Natal Pietermaritzburg South Africa
- Shi, K., W, H. H., Dong, D. K., Zhou, Y. H., Yu, J. G. 2007. Low O₂ Supply is Involved in the Poor Growth in Root-Restricted Plants of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Environ. Exp. Bot.*
- Solichatun, Endang, A. Widya, M. 2005. Pengaruh Ketersediaan Air Terhadap Pertumbuhan, dan Kandungan Bahan Aktif Saponin Tanaman Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn). *Jurnal Biofarmasi*.
- Thomson, Lex A. J. 1994. *Acacia aulococarpa, A. cincinata, A. crassicarpa and A. Wetarensis* : An Annotated Bibliograhpy. CSIRO Australia
- Vaughn, S. F., Kenar, J. A., Thompson, A. R., Peterson, S. C. 2013. Comparison of Biochars Derived from Wood Pellets and Pelletized Wheat Straw as Replacements of Peat in Potting Substrates Ind. *Crop. Prod.*
- Wiedenhoeft, A. C. 2006. *Plant Nutrition* Hopkins WG (Eds) the Green World, Chelsea House Publisher, New York NY.
- Zhang, L., Sun, X., Tian, Y., Gong, X. 2014. Biochar and humic acid Amendemts Improve the Quality of Composted Green Waste as Growth Medium for the Ornamental Plant *Calathea insignis*. *Sci. Hortic.*