



Morfologi Akar Tanaman Jagung (*Zea mays* L.), Serapan Hara N, P, dan K Akibat Pemberian Beberapa Jenis Biochar pada Tanah Bekas Galian Tambang

Darusman¹, Syakur^{1*}, Zaitun², Yadi Jufri¹, Manfarizah¹

¹Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

*Email: syakur@unsyiah.ac.id

DOI: 10.24815/jupi.v5i1.19968

Article History:

Received: February 11, 2021

Accepted: March 18, 2021

Revised: March 16, 2021

Published: March 20, 2021

Abstract: Bamboo chips, palm shells, and rice husks waste are environmental pollutants, but play important role if processed by pyrolysis to become biochar. Biochar is organic products rich in carbon, high in micro pores and very suitable for amending degraded lands. The research aimed to find out the best type of biochar for a soil amendment for ex-mining land. The research was done in the research station of the Syiah Kuala University from August to December 2019 using soil from ex-excavated coal mines of PT. Mifa in West Aceh, Aceh Province. The parameters were corn root morphology (length, weight, specific root length and ratio of roots to plant shoots), nutrient uptake of N, P, and K. The non-factorial randomized block design consisting of type of biochar (bamboo, palm shell, rice husk) and the dose (0, 10, 20 ton ha⁻¹), and repeated 3 times were used. Biochar characteristics were analyzed using a Scanning Electron Microscope (SEM). The effect among treatments were tested by variance analyses test (ANOVA) and proceed with Tuckey-HSD test. The results that type of biochar had a significant effect on root morphology and nutrient uptake of N, P and K. Biochar rice husk of 20 tons ha⁻¹ showed the best treatment for all the parameters studied. this might be due to nitrogen contents in rice husk biochar contributed to vegetative stage. This study also found that bamboo biochar and palm shells gave a negative response when the amount applied was increased to 20 tonnes ha⁻¹ except rice husk.

Keywords: biochar, root morphology, nutrient uptake

Pendahuluan

Aktifitas penambangan batu bara di Indonesia umumnya menggunakan sistem tambang terbuka (open pit mining) sehingga sangat potensial berdampak terhadap kerusakan lingkungan bila tidak dilakukan secara bijaksana. Selain berdampak terhadap lingkungan, aktifitas ini juga berampak terciptanya pemadatan tanah (compaction), sehingga lahan sukar untuk diolah, lapisan top soil yang tipis atau bahkan hilang, struktur kompak, dan ruang pori terbatas, serta tidak mendukung perkembangan akar dan mengganggu pertumbuhan tanaman (Margarettha, 2010). Selama ini pekerjaan yang dilakukan setelah penambangan batu bara dilakukan adalah dengan mengembalikan lapisan tanah yang digali, sehingga terjadilah degradasi lahan secara drastis dimana ada lahan yang tumbuh tidak sempurna. Oleh karena itu, perlu satu kajian rehabilitasi lahan bekas tambang untuk bisa dipergunakan kembali sebagai lahan produktif.

Shrestha & Lal (2010) menyatakan bahwa reklamasi lahan bekas tambang yang efektif adalah membutuhkan masukan seimbang dari kegiatan-kegiatan dan fungsi kombinasi dari komponen fisika, kimia dan biologi serta motivasi dan insiatif masyarakat setempat. Salah satu potensi pembenah tanah yang mudah dan banyak tersedia, tidak berbayar, ramah lingkungan, dan juga menyimpan karbon terbanyak adalah dengan cara memanfaatkan limbah pertanian tersedia untuk dijadikan Biochar. Biochar berbeda dengan charcoal dari sisi pemanfaatannya. Charcoal lebih ditujukan kepada energi yang dihasilkan, sedangkan biochar lebih kepada sequestrasi karbon dan pembenah tanah.

Pemanfaatan biochar untuk memperbaiki lahan terdegradasi sudah banyak dilaporkan, namun sedikit kajian yang memanfaatkan biomass pertanian. Ippolito, dkk. (2019) menyatakan bahwa biomass pertanian yang dibuat menjadi biochar bisa berperan dalam memperbaiki/ remediasi lahan tambang dengan cara meningkatkan pH tanah tambang, kapasitas pertukaran kation, kapasitas menahan air, kandungan bahan organik, konsentrasi nitrat, dan laju fiksasi N biologis. Sohi, dkk. (200); Lehman & Joseph (2009) mendefinisikan Biochar sebagai produk organik kaya karbon yang dihasilkan secara pirolisis dengan kondisi tanpa atau oksigen terbatas sehingga mempunyai kemampuan menyimpan air serta sebagai media nutrisi yang tersedia bagi tanaman dalam jangka waktu yang panjang. Biochar memiliki kemampuan adsorpsinya yang tinggi, mampu absorpsi logam berat, mencegah pencucian nitrat dan mengurangi emisi N_2O dan CH_4 dari tanah (Oliveira, dkk. 2017; Lehmann & Rondon, 2006). Hardie, dkk. (2014) menyebutkan bahwa penggunaan biochar sebagai input penambahan tanah adalah juga upaya dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyimpanan karbon dalam tanah dalam waktu lama. Di dalam tanah biochar telah terbukti bertahan dalam tanah hingga lebih 100 - 1000 tahun dan mampu menyimpan karbon dalam tanah (Bambang, 2012; Minamino, dkk., 2019). Selanjutnya Oliveira (2017) menyatakan bahwa keuntungan menggunakan biochar karena ia mempunyai beberapa sifat khas seperti lebih efisien, harga efektif, dan bahan ramah lingkungan dan dapat juga untuk menghilangkan kontaminan beracun. Aplikasi biochar terhadap lahan bekas tambang menunjukkan bahwa terjadi ameliorasi substrat dalam bentuk hara dan retensi air untuk lokasi yang terpolusi (Fellet, dkk., 2011). Sampai saat ini belum ditemukan dampak negatif akibat pemberian biochar terhadap budidaya pertanian dan kualitas tanah (Gong dkk. 2018).

Bahan baku (feedstocks) untuk pembuatan biochar adalah Limbah organik pertanian yang dibakar secara pirolisis dengan menggunakan reaktor terbuka (Kon-tiki) atau tertutup (controlled temperature) pada suhu 200 – 800°C, selama priode waktu tertentu. Akibat pembakaran maka akan kualitas biochar yang dihasilkan akan sangat bergantung kepada temperatur yang diberikan, lama pembakaran bahan baku (feedstocks) dan jenis bahan baku yang digunakan. Jien (2018); Downie & Munroe (2009) melaporkan bahwa akibat pembakaran biochar dengan durasi dan temperatur tinggi, maka karakteristik dan struktur morfologinya secara nyata berubah antara lain sifat hidrophobik biochar menjadi hidrophilik, meningkatnya luas permukaan spesifik dan jumlah serta distribusi ukuran pori pori mikro.

Blanco-Canquil (2004) dan Atkinson. dkk. (2010) menyatakan bahwa didalam tanah biochar berfungsi sebagai pembenah tanah, bisa memperbaiki stabilitas agregat tanah basah sampai 226% serta meningkatkan ketersediaan air untuk tanaman sampai 130%. Sedangkan untuk lingkungan, Jien (2019) menyatakan biochar untuk tanah membantu pemeliharaan jangka panjang karbon organik tanah dan kesuburan tanah serta mitigasi perubahan iklim melalui penangkapan CO_2 udara (Sohi, dkk., 2009).

Pemahaman morfologi akar sangat penting untuk tumbuh dan memproduksi tanaman. Di dalam tanah biochar dan akar bermutualisme, akar tanaman berhabitat di permukaan biochar sehingga memungkinkan meningkatkan dekomposisi bahan organik, kemampuan tanah menyimpan air, menaikkan pH, dan meningkatkan kapasitas pertukaran kation (Prendergast-Miller, dkk., 2014). Akar-akar yang tipis (thin roots) mempunyai panjang akar spesifik (SRL) yang relatif tinggi, tinggi rasio berat akar terhadap tajuk (R/S), sebaliknya sistem perakaran yang baik berfungsi sebagai tempat lalu lintas serapan air dan hara (Eissenstat, 1992). Tanaman yang tumbuh pada lahan kering

umumnya mempunyai akar yang lebih tebal, sedikit terdapat di dekat permukaan tanah, atau lebih banyak ke bagian lebih dalam. Pada lapisan subsoil, pertumbuhan akar maksimum meningkatkan suplai air ke tanaman dengan cara menggeserkan pertumbuhan akar ke bagian lebih dalam.

Studi literasi tentang aplikasi biochar terhadap morfologi akar dan serapan hara untuk pertumbuhan dan produksi tanaman jagung yang ditanam pada lahan bekas tambang batu bara akibat pemberian biochar masih kurang. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jenis biochar yang sesuai dengan dosis optimum terhadap pertumbuhan morfologi akar dan kemampuan serapan hara Nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) tanaman jagung manis.

Metode

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Banda Aceh dengan menggunakan pot, sejak Agustus sampai Desember 2019. Analisis fisika dan kimia tanah dilakukan di Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Sedangkan Uji SEM dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala. Sampel tanah berasal dari lahan bekas tambang batubara di PT. Mifa Bersaudara yang berlokasi di Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh, benih jagung manis (var. Bonanza F1), pupuk Urea, SP36, dan KCl berasal dari pasar pertanian di Banda Aceh. Sedangkan sampel perlakuan seperti bambu berasal dari bekas rumah jamur, cangkang sawit dari pabrik Sawit Aceh Timur, dan sekam padi berasal dari hasil panen padi yang ada di sekitar kampus. Pot penelitian yang digunakan berdiameter 28 cm dan tinggi 37 cm. Jumlah tanah yang dimasukkan ke dalam pot adalah seberat 20 kg. Sebelum dilakukan perlakuan, sejumlah tanah sampel diambil untuk dianalisis sifat fisika dan kimia tanahnya, demikian hal nya juga dilakukan uji SEM untuk masing masing biochar.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok pola non faktorial terdiri atas dua faktor perlakuan jenis biochar (bambu, cangkang sawit, sekam padi) dan dosis pemberian (0, 10, 20 ton ha⁻¹) diulang 3 kali. Perangkat lunak Statistical Product and Service Solutions (SPSS) versi 27.0 (SPSS, 2020) digunakan untuk menganalisis pengaruh perlakuan dan sidik ragam.

Produksi biochar menggunakan alat model Kon-tiki dan konvensional Drum. Panduan produksi biochar mengikuti pedoman dari Ithaka Institute for Carbon Intelligence (Drapper, 2018), sedangkan drum adalah model tradisional/lokal yang sering dilakukan oleh masyarakat lokal (setempat). Kedua model tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Tata cara pembuatan Biochar dengan model Kon-tiki mengikuti prosedur yang dibuat oleh Drapper (2018). Bahan baku (feedstocks) bambu dibakar secara pirolisis dengan menggunakan chamber kon-tiki, sedangkan cangkang sawit dan sekam menggunakan chamber drum. Pembakaran dihentikan sampai terbentuk lapisan seragam abu putih. Penarikan sampel untuk analisis laboratorium mengikuti prosedur Enders and Lehmann (2017). Analisis Scanning Electron Microscope (SEM) digunakan untuk mendapatkan karakteristik struktur morfologi biochar.

Sebelum penanaman, sejumlah biochar (sesuai perlakuan) terlebih dahulu diinkubasi ke dalam pot yang telah berisi tanah (20 kg) selama 14 hari dengan cara mengaduk rata secara manual. Kemudian, dua butir benih jagung manis ditugal ke dalam pot dan 7 hst dipertahankan satu tanaman yang sehat. Pupuk Urea, SP-36 dan KCl dengan dosis anjuran berturut turut 444 kg ha⁻¹, 250 kg ha⁻¹ dan 400 kg ha⁻¹ diberikan secara tugal 9 hst.



Kon-tiki chamber



Konvensional drum

Gambar 1. Alat untuk pembuatan biochar

Parameter morfologi akar yang diamati adalah panjang akar, berat akar, panjang akar spesifik (SRL), rasio bagian atas tanaman terhadap bagian bawah (S/R ratio), dan serapan hara N, P, dan K. Panjang akar dihitung berdasarkan persamaan Tennant (1975) yaitu: panjang akar (R) = $11/14 \times$ jumlah persimpangan (N) $\times$ unit grid, sedangkan SRL dihitung berdasarkan rumus Hairiah, dkk. (2004) yaitu panjang akar dibagi dengan berat akar. Rasio S/R dihitung berdasarkan rumus Levy, dkk. (2004) yaitu perbandingan bobot kering atas dibagi dengan bobot kering bawah tanaman jagung. Sampel serapan hara N, P, dan K tanaman diambil saat tanaman memasuki fase vegetatif maksimum atau dengan keluarnya bunga jantan (tassel).

Hasil dan Pembahasan

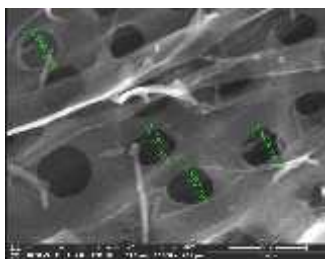
Hasil analisis kesuburan tanah bekas galian tambang Batu Bara (Tabel 1) menunjukkan bahwa secara keseluruhan tanah penelitian masuk dalam katagori berkualitas bermasalah (tidak baik). Semua parameter uji kimia dan fisika menunjukkan harkat rendah dan sangat rendah. Oleh sebab itu dibutuhkan pembenahan menyeluruh untuk dapat memulih lahan tambang tersebut untuk dijadikan kembali sebagai lahan produktif. pH tanah masam umumnya didominasi unsur mikro dan ketersediaan P terikat oleh Al dan Fe (Al-P dan Fe-P) sehingga tidak tersedia untuk tanaman sehingga dibutuhkan usaha untuk menaikkan pH tersebut (Foth, 2019). Kemampuan tanah untuk melakukan tukar kation bisa diindikasikan dengan nilai kejenuhan basa yang dapat dipertukarkan. Hasil analisis juga menunjukkan tanah bekas tambang ini mempunyai nilai kejenuhan yang rendah.

Tabel 1. Hasil analisis kimia dan fisika tanah bekas galian tambang Batubara

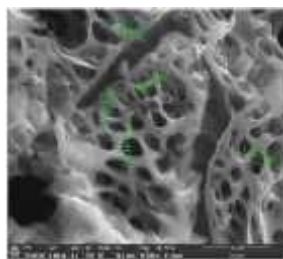
No.	Aspek Analisis	Metoda	Nilai	Kriteria
1.	pH (H ₂ O)	Elektrometri	5,55	Masam
2.	N-total (%)	Kjeldahl	0,04	Sangat rendah
3.	P-tersedia (Mg kg ⁻¹)	Bray-2	0,30	Sangat rendah
4.	K-total (%)	Ekstrak HCL 25%	0,66	Sangat rendah
5.	K-dd (cmol kg ⁻¹)	NH ₄ Oac 1N	0,16	Rendah
6.	C-organik (%)	Walkley and Black	0,17	Sangat rendah
7.	Kejenuhan Basa (%)	-	32	Rendah
8.	Tekstur	Pipet		
	Pasir (%)		70	Lempung berpasir
	Debu (%)		25	
	Liat (%)		5	

Tabel 2. Hasil uji karakteristik Biochar

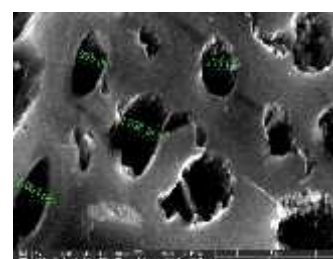
No.	Parameter	Jenis Biochar		
		Bambu	Cangkang Sawit	Sekam Padi
1.	Maksimum Temperatur Pembuatan (°C)	727,0	678,0	448,0
2.	pH	9,90	9,39	9,67
3.	Total Karbon (%)	72,0	72,9	33,40
4.	Total N (%)	0,263	0,145	0,432
5.	Kadar Abu (%)	6,45	12,37	12,50
6.	Diameter Pori (μm)	1,905	1,7	2,382
7.	Daya hantar listrik (mS m^{-1})	4,60	1,01	1,20



Biochar bambu



Biochar cangkang sawit



Biochar sekam padi

Gambar 2. Struktur pori berturut turut biochar bambu, cangkang sawit dan sekam padi

Hasil uji proximate terhadap ke tiga jenis biochar bisa dilihat pada Tabel 2. Total karbon terendah dijumpai pada biochar sekam padi, hal ini disebabkan penyusun jaringan sekam padi yang tidak ber serat sehingga lebih banyak zat yang menguap. Disamping itu juga sekam padi masih mempunyai kadar nitrogen yang tinggi dibandingkan dengan kedua biochar lainnya. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa semua jenis biochar yang digunakan mempunyai pH rata diatas 9, sehingga memungkinkan bahwa ketiga jenis biochar bisa menjadi pengganti kapur untuk menaikkan pH di lahan masam (Berek & Hue, 2016).

Hasil pembakaran feedstocks dengan menggunakan kon-tiki dan drum serta uji SEM (Gambar 2) menunjukkan bahwa ketiga biochar tersebut mempunyai struktur pori dan diameter pori yang beragam. Biochar yang dibakar dengan temperatur tinggi menunjukkan kualitas biochar yang terstruktur lebih rapi dan bersih, ukuran diameter pori lebih seragam. Struktur pori dan diameter pori berperan dalam adsorpsi air dan pertukaran kation. Kualitas biochar tergantung dari karakteristik feedstock (kadar air dan kandungan selulosa atau lignin) dan proses pirolisis (Tripathi, dkk., 2016). Chan & Xu (2009) menyatakan bahwa struktur pori dan luas permukaan biochar berkorelasi terhadap kesehatan tanah terutama pada penyediaan hara bagi tanaman. Sekam padi mempunyai struktur yang sangat heterogen dan dengan pinggiran pori yang tidak solid. Diameter yang terbentuk juga beragam dalam ukuran. Temperatur tinggi dan lama pembakaran berpengaruh terhadap diameter dan karakteristik biochar yang dihasilkan. Jien (2019) menyatakan bahwa akibat pembakaran yang tinggi memungkinkan terjadi perubahan sifat biochar yang dihasilkan yaitu sifat hidrophobik menjadi hidrophilik dan gugus fungsional yang bersifat kation menjadi lebih banyak. Angin (2013) melaporkan bahwa temperatur tinggi ($>600\text{ }^{\circ}\text{C}$) akan meningkatkan total karbon terikat (fixed carbon) dan terjadi peningkatan pH yang signifikan. Struktur biochar yang dihasilkan dari suhu pembakaran yang tinggi akan menghasilkan luas permukaan yang lebih besar yang dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi untuk penyerapan karbon di udara (Jindo, 2014). Biochar bambu yang dihasilkan dengan chamber kon-tiki mempunyai kandungan total karbon paling banyak dan kandungan abu terendah. Kandungan karbon memegang peranan penting dalam penyerapan karbon udara dan menyimpannya ke dalam

tanah, sehingga menjadikan biochar bambu sebagai bahan potensial sebagai penyerap emisi gas rumah kaca (GRK).

Morfologi Akar

Pertumbuhan tanaman dapat diindikasikan/ditunjukkan oleh berat kering berangkasan baik akar maupun tajuk tanaman (Maftu'ah & Nursyamsi, 2019). Akar adalah titik kontak pertama antara partikel biochar dengan tanaman yang tumbuh. Prendergast-Miller, dkk. (2014) melaporkan bahwa akar-akar tanaman tertarik ke dekat biochar, oleh karena itu biochar dapat mengendalikan unsur hara tanaman yang ada pada akar secara langsung sebagai sumber hara dan secara tidak langsung dengan cara mempengaruhi kandungan hara yang dalam tanah. Indikator pengamatan morfologi akar tanaman adalah panjang, berat akar, panjang akar spesifik dan rasio berangkasan bagian akar terhadap tajuk tanaman (R/S). Hasil uji Anova menunjukkan panjang akar dan berat akar dipengaruhi oleh pemberian Biochar. Uji signifikansi (Tukey-HSD) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata panjang akar, berat akar tanaman Jagung manis akibat pemberian Biochar

Biochar	Morfologi Akar			
	Panjang	Berat	SRL	R/S
	m	g	m.g ⁻¹	
Kontrol (B0)	3,67a	0,68a	5,41a	0,36a
Bambu 10 ton ha ⁻¹ (B1)	22,10bc	4,96b	4,35a	0,34a
Bambu 20 ton ha ⁻¹ (B2)	16,38 abc	3,77ab	4,48a	0,32a
Sekam Padi 10 ton ha ⁻¹ (B3)	12,06 abc	2,67ab	4,40a	0,28a
Sekam Padi 20 ton ha ⁻¹ (B4)	24,59c	4,82b	5,05a	0,30a
Cangkang Sawit 10 ton ha ⁻¹ (B5)	12,65abc	2,73ab	4,76a	0,44a
Cangkang Sawit 20 ton ha ⁻¹ (B6)	5,32ab	1,19a	4,64a	0,25a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada Tukey-HSD_{0,05}.



Gambar 3. Panjang akar tanaman jagung manis akibat pemberian tiga jenis Biochar Bambu, Sekam padi dan Cangkang sawit

Panjang akar (Gambar 3) secara umum berpengaruh nyata perpanjangannya bila dibandingkan dengan kontrol. Pertumbuhan akar terpanjang didapatkan dengan aplikasi Biochar sekam padi 20 ton, namun tidak berbeda nyata bila diaplikasi dengan biochar bambu 10 ton. Berbeda hal dengan berat akar, terberat dijumpai pada bambu 10 ton dan tidak berbeda dengan sekam padi 20 ton. Pemberian jenis dan dosis biochar tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap SRL dan R/S. Penelitian ini juga memperlihatkan bahwa aplikasi biochar bambu dan cangkang sawit masing-masing 20 ton memberikan pengaruh terbalik yaitu lebih rendah. Hal ini sejalan dengan hasil uji proximat bahwa sekam padi mengandung dua kali lebih banyak total nitrogen dibandingkan dengan cangkang sawit dan bambu, sehingga berkontribusi terhadap pertumbuhan berangkasan bawah (akar). Parameter ini penting sebagai indikator ketahanan tanaman terhadap perubahan iklim. Biomassa yang banyak di bagian bawah tanah akan mampu mencari air dan hara jauh ke dalam tanah. Rasio R/S lebih menunjukkan daya saing bagian atas (shoot) terhadap energi yang bersumber dari matahari dan kompetisi hara di dalam tanah (root). Abiven (2015) menyatakan akan pentingnya luas jangkauan sistem perakaran tanaman yang berkontribusi terhadap peningkatan hasil pada tanah-tanah yang kurang subur.

Serapan Hara N, P, dan K tanaman

Serapan hara oleh tanaman dilakukan melalui bulu bulu akar akar tanaman yang ada dalam rizosfir. Bulu akar yang halus tertarik mengarah ke partikel partikel biochar satu sama lain sehingga membuka pori pori mikro yang pada biochar (Predergast-Miller, dkk., 2014). Serapan hara oleh akar terjadi oleh karena rizosfir mengandung lebih banyak kandungan air akibat meningkatnya pori pori mikro dan tinggi nya pertukaran kation akibat meningkatnya luas permukaan biochar. Backer, dkk. (2017) menyatakan bahwa biochar menyediakan hara kepada tanaman dengan cara merangsang perkembangan akar awal, meningkatkan kapasitas tukar kation tanah dan pertumbuhan, dan tingginya kegiatan metabolisme akar. Berdasarkan uji sidik ragam menunjukkan bahwa aplikasi biochar mempengaruhi hanya total serapan N dan K (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata jumlah serapan hara N, P dan K tanaman jagung

Biochar	Jumlah Serapan Hara		
	N	P	K
	mg.tanaman ⁻¹		
Kontrol (B0)	76,99a	17,44	70,38a
Bambu 10 ton ha ⁻¹ (B1)	256,77ab	58,70	263,03ab
Bambu 20 ton ha ⁻¹ (B2)	225,99ab	43,26	205,04abc
Sekam Padi 10 ton ha ⁻¹ (B3)	227,43ab	33,03	164,38abc
Sekam Padi 20 ton ha ⁻¹ (B4)	359,06b	62,49	282,32abc
Cangkang Sawit 10 ton ha ⁻¹ (B5)	198,77ab	27,72	162,77abc
Cangkang Sawit 20 ton ha ⁻¹ (B6)	126,07a	17,81	108,76c

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada Tukey-HSD_{0,05}.

Serapan lebih banyak didapatkan pada biochar jenis sekam padi 20 ton. Hal ini diduga adanya kontribusi peranan hara N dalam merangsang pertumbuhan akar, daun dan pada fase vegetatif tanaman (Senatama, dkk., 2019). Namun tidak berbeda dengan biochar bambu 10 ton. Cangkang sawit 20 ton tidak berbeda nyata dengan kontrol baik dari segi morfologinya dan serapan hara. Analisis keragaman dan sidik ragam menunjukkan bahwa biochar sekam padi 20 ton memperlihatkan serapan hara lebih banyak dibandingkan dengan biochar lainnya.

Kesimpulan

Pemberian biochar berpengaruh nyata terhadap morfologi akar (panjang dan berat akar) dan tidak nyata terhadap panjang akar spesifik dan rasio bagian atas dan bawah tanaman. Biochar sekam 20 ton ha⁻¹ menunjukkan pengaruh terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penelitian ini menemukan bahwa pemberian biochar bambu dan cangkang sawit menjadi 20 ton justru menurunkan semua nilai parameter yang diamati.

Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh yang telah memberikan hibah penelitian Professor (PP) scheme 2019.

Daftar Pustaka

- Abiven, S., Hund, A., Martinsen, V., & Gerard Cornelissen, G. 2015. Biochar amendment increases maize root surface areas and branching: a shovelomics study in Zambia. *Plant and Soil*, 395:45-55. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2533-2>.
- Angin, D. 2013. Effect of pyrolysis temperature and heating rate on biochar obtained from pyrolysis of safflower seed press cake. *Bioresource Technology*, 128:593-597. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.10.150>
- Atkinson, C.J., Fitzgerald, J.D., & Hips, N.A. 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant and Soil*, 337:1-18.

- Backer, R.G.M., Saed, W., Seguin, P., & Smith, D.L. 2017. Root traits and nitrogen fertilizer recovery efficiency of corn grown in biochar-amended soil under greenhouse conditions. *Plant and Soil*, 415:465–477 <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3180-6>
- Bambang, S.A. 2012. Si hitam Biochar yang multiguna. PT. Perkebunan Nusantara X (Persero). Surabaya.
- Berek, A.K. & Hue, V.N. 2016. Liming potential of biochars. Asia Pacific Biochar Conference 2016. A Shifting Paradigm towards Advanced Materials and Energy/Environment Research Oct. P.19-23.
- Blanco-Canqui, H. & Lal, R. 2004. Mechanisms of carbon sequestration in soil aggregates. *Critical Review. Plant Sciences*, 23:481–504. <https://doi.org/10.1080/07352680490886842>
- Chan, K.Y. & Xu, Z. 2009. Biochar: Nutrient properties and their enhancement. pp. 67-84. In J. Lehmann and S. Joseph (eds). *Biochar environmental management*. Earthscan, London.
- Downie A., Crosky, A & Munroe, P. 2009. Physical properties of Biochar. pp. 13-29. In J. Lehmann and S. Joseph (eds). *Biochar environmental management*. Earthscan, London.
- Drapper, K. 2018. The potential for Biochar to improve sustainability in Coffee cultivation and processing: A White Paper. Ithaka Institute for Carbon Intelligence.
- Eissenstat, M.D. 1992. Costs and benefits of constructing roots of small diameter. *Journal of Plant Nutrition*, 15(6-7):763-782. <https://doi.org/10.1080/01904169209364361>
- Enders, A. & Lehmann, J. 2017. Proximate analyses for characterising biochars. In: Singh et. al. (ed.). *Biochar: A Guide to analytical methods*. CRC press. Taylor & Francis Group, New York.
- Fellet, G., Marchiol, L., Delle, G., Vedove, & Peressotti, A. 2011. Application of biocahr on mine tailings: Effects and perpectives for land reclmation. *Chemosphere*, 83:1262-1267. DOI. 10.10416/j.chemosphere.
- Foth, H.D. 2019. *Fundamentals of soil science*. 8 ed. Wiley, New York.
- Gong, X., Cai, L., Li, S., Chang, S.X., Sun, X., & An, Z. 2018. Bamboo biochar amendment improves the growth and reproduction of *Eisenia fetida* and the quality of green waste vermicompost. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 30:197-204
- Hardie, M., Bound, S., Oliver, G., & Close, D. 2014. Does biochar influence soil physical properties and soil water availability. *Plant Soil*, 376:347-361.
- Hairiah, K., Sugiarto, C., Utami, S.R., Purnomosidhi, P., Roshetko & James, M. 2004. Diagnosis faktor penghambat pertumbuhan akar sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) pada ultisol di Lampung Utara. *Agrivita*, 26(1):89-98.
- Ippolito, J.A., Cui, L., Novak, J.M. & Johnson, M.G. 2019. Biochar for mine~ land reclamation. Pp. 75-90. In. Ok et. al. (eds). *Biochar from Biomass and Waste: Fundamentals and Applications*. doi.org/10.1016/B978-0-12-811729-3.00005-4

- Jien, S.H. 2019. Physical characteristics of Biochars and their effects on soil physical properties. Pp 21-35. In: Ok dkk. (eds). Biochar from Biomass and Waste: Fundamentals and Applications. doi.org/10.1016/B978-0-12-811729-3.00002-9
- Jindo, K. 2014. Physical and chemical characterization of Biochar derived from different agricultural residues. Biogeosciences, 11:6613–6621. <https://doi.org/10.5194/bg-11-6613-2014>
- Lehmann, J. & Rondon, M. 2006. Bio-char for Environmental Management on highly weathered soils in the humid tropics. Pp. 518-527. In: Uphoff et al. (eds.) Biological approaches to sustainable soil systems, Boca raton, CRC Press. Taylor and Francis.
- Lehmann, J. & Joseph, S. 2009. Biochar for Environmental Management: An Introduction. Pp. 1-12. In: Lehmann & Joseph (eds.) Biochar for Environmental Management, Earthscan.
- Levy, P.E., Hale, S.E., & Nicoll, B.C. 2004. Biomass expansion factors and root: shoot ratios for coniferous tree species in Greet Britain. Forestry: An International Journal of Forest Research, 77(5):421-430. <https://doi.org/10.1093/forestry/77.5.421>
- Maftu'ah, E. & Nursyamsi, D. 2019. Effect of biochar on peat soil fertility and npk uptake by corn. Agrivita: Journal of Agricultural Science, 41(1):64–73. <http://doi.org/10.17503/agrivita.v41i1.854>
- Margarettha. 2010. Pemanfaatan tanah bekas tambang batu bara dengan pupuk hayati mikoriza sebagai media tanam jagung manis. Journal of Hidrolitan, 1(3):1-10.
- Minamino, Y., Fujitake, N., Suzuki, T., Yoshitake, S., Koizumi, H., & Tomotsune, M. 2019. Effect of biochar addition on leaf litter decomposition at soil surface during three years in a warmtemperate secondary deciduous forest. Japan Scientific Reports, 9:16961. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53615-2>
- Oliveira, F.R., Patel, A.K., Jaisi, D.P., Adhikari, S., Ku, H. & Khanal, S.M. 2017. Environmental application of biochar: Current status and perspectives. Bioresource Technology, 246:110-122. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.122>
- Prendergast-Miller, M.T., Duvall, M., & Sohi, S.P. 2014. Biochar-root interactions are mediated by biochar nutrient content and impacts on soil nutrient availability. European Journal of Soil Science, 65:173-185. <https://doi.org/10.1111/ejss.12079>
- Senatama, N., Niswatib, A., Yusnainic, S. & Utomo, M. 2019. Jumlah bintil akar, serapan n dan produksi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) akibat residu pemupukan N dan sistem olah tanah jangka panjang tahun ke-31. Journal of Tropical Upland Resources, 1(1):35-42.
- Shrestha, R.K. & Lal, R. 2011. Changes and physical and chemical properties of soil after surface mining and reclamation. Geoderma, 161:168-176
- Sohi, S., Loez-Capel, E., Krull, E., & Bol, R. 2009. Biochar's roles in soil and climate change: A review of research needs. CSIRO Land and Water Science Report 05/09
- SPSS Statistics. 2020. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp.

- Suprpto, S.J. 2006. Pemanfaatan dan permasalahan endapan mineral sulfida pada kegiatan pertambangan. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 1(2):34-39
- Tennant, D. 1975. A test of modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology*, 6(3):955-1001. <https://doi.org/10.2307/2258617>
- Tripathi, M., Sahu, J.N., & Ganesan, P. 2016. Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55:467–481. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.122>