

## Efek Residu Biochar Sekam Padi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai

### *Effect of Rice Husk Biochar Residue on Growth and Yield of Soybean*

Suli Suswana\*, Dick Dick Maulana

Department of Agrotechnology, Faculty of Sciences and Technology, Universitas Islam Nisantara Bandung, Bandung, Jawa barat 40614, Indonesia

Received 27 January 2023; Accepted 29 February 2023; Published 30 June 2023

#### ABSTRACT

Biochar is a carbon-rich solid material derived from the pyrolysis of agricultural residue biomass, which takes longer to decompose than the raw material biomass. Biochar has been observed to have agronomic benefits. Because of its persistence in the soil, biochar has the potential to extend its agronomic benefits. This study aimed to obtain evidence that biochar has a longer effect so that its residual effect can increase the growth and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). A series of pot experiments which included 4 consecutive plantings were carried out. The treatments consisting of control; rice husk biochar (RHB) 20 ton/ha; RHB 40 ton/ha; RHB 50 ton/ha; RHB 60 ton/ha; RHB 10 ton/ha + chicken manure (CM) 10 ton/ha; RBH 20 ton/ha + CM 20 ton/ha; RHB 30 ton/ha + CM 30 ton/ha. The treatments were applied to the first planting of the series experiment (September-December 2018). To determine the residual effect of the treatments, the second experiment was carried out in February-June 2019 with planting aerobic rice plants, the third experiment in March-June 2020 with soybeans plants, and the fourth experiment in July-October 2020 with soybean plants. The results showed that the effect of residual rice husk biochar did not significantly increase growth and soybean yields in the 3rd and 4th planting.

**Keywords:** Biochar persistence; Soybean crops; Residual effect

**Cite this as (CSE Style):** Suswana S, Maulana DD. 2023. Efek residu biochar sekam padi terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. *Agrotechnology Res J.* 7(1):41–49. <https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v7i1.70894>.

#### PENDAHULUAN

Pertanian saat ini menghadapi banyak tantangan karena peningkatan pesat dalam permintaan pangan dan mengemukanya isu lingkungan (Kavitha et al. 2018). Pesatnya perkembangan industri dan pertanian modern mengakibatkan karbon yang semula tersimpan di bawah bumi, telah dilepaskan dalam jumlah besar, dan mengakibatkan penurunan kualitas lahan budidaya (Chen et al. 2015). Untuk meningkatkan produksi pangan secara signifikan, ketika luas area lahan budidaya dipengaruhi oleh perubahan iklim ke arah yang bertolak-belakang diperlukan teknologi baru dan praktik usahatani yang berkelanjutan (Sumarno 2018). Penggunaan sisa-sisa tanaman yang setiap tahunnya dihasilkan dalam jumlah banyak, dapat dijadikan sebagai satu opsi dalam pengelolaan kesuburan tanah, reklamasi, dan pemulihan lahan marginal. Namun, pengelolaan yang tidak tepat seperti pembakaran telah mengancam kesehatan tanah, menyebabkan polusi udara, dan secara drastis mempengaruhi keanekaragaman mikroba tanah. Dekomposisi jerami padi dalam kondisi anaerobik secara substansial telah

meningkatkan emisi gas rumah kaca terutama metana. Oleh karena itu, pengelolaan berkelanjutan yang efektif dari sejumlah besar sisa tanaman yang diproduksi setiap musim merupakan suatu kebutuhan di masa sekarang ini. Teknologi biochar telah mendapat perhatian yang meningkat dan memberikan harapan yang besar untuk menjaga keberlanjutan produktivitas lahan budidaya (Chen et al. 2015).

Biochar didefinisikan sebagai produk kaya karbon (C) yang berasal dari proses pirolisis bahan organik pada suhu yang relatif rendah, <700 °C (Lehmann dan Joseph 2015). Biochar merupakan senyawa C-organik yang dominan stabil dan tahan lapuk, terbentuk dari biomassa yang dipanaskan hingga suhu 300-1000°C, di bawah konsentrasi oksigen rendah (Jeffery et al. 2011). Perbedaan kimia terbesar antara biochar dan bahan organik lainnya adalah proporsi C aromatik yang jauh lebih besar dan, khususnya, terjadinya struktur C aromatik yang menyatu. Jelas bahwa sifat struktur C ini merupakan alasan utama tingginya stabilitas biochar (Nguyen et al. 2018). Stabilitas kimia dari sebagian besar bahan biochar berarti bahwa mikroorganisme tidak dapat dengan mudah memanfaatkan C sebagai sumber energi dan mungkin nutrisi lain yang terkandung dalam struktur C. Sifat dan karakteristik biochar itulah yang menyebabkan biochar sangat potensial untuk meningkatkan dan mempertahankan kualitas tanah untuk jangka waktu yang lebih lama.

\*Corresponding Author:  
E-Mail: [sulisuswana@uninus.ac.id](mailto:sulisuswana@uninus.ac.id)

Penggunaan biochar sebagai pembenah tanah semakin diminati karena potensi manfaat agronomisnya (Clough et al. 2013). Aplikasi biochar di tanah meningkatkan stok karbon organik, membantu mempertahankan populasi mikroorganisme yang menguntungkan, memperbaiki sifat fisika-kimia tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation tanah, mengurangi pencucian hara makro terlarut, meningkatkan kapasitas retensi air tanah, dan karenanya kesuburan tanah dan hasil panen meningkat (Sarma et al. 2015). Aplikasi biochar secara tidak langsung memberikan manfaat melalui peningkatan efisiensi penggunaan pupuk dengan meretensi unsur hara dari pencucian (Das dan Ghosh 2020).

Bahan organik tanah penting untuk keberlanjutan pertanian karena dapat memberikan efek bermanfaat pada sifat tanah dan produktivitas tanah jangka panjang (Aguilera et al. 2012). Bahan organik meningkatkan kapasitas tanah menahan air, memperbaiki struktur tanah untuk pertumbuhan akar dan drainase, mempercepat laju siklus hara, dan kandungan hara tanah yang lebih tinggi dalam jangka waktu yang lebih lama, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), dan aktivitas biologis tanah yang lebih besar (Aguilera et al. 2012). Penggunaan pupuk kandang unggas yang dikomposkan memiliki beberapa keunggulan yaitu kandungan nutrisinya lebih tinggi dibandingkan dengan yang segar (Hartatik dan Widowati 2006). Melati dan Andriyani (2005) melaporkan bahwa pemberian pupuk kandang unggas 10 Tonha<sup>-1</sup> mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif kedelai. Pemberian 15 Tonha<sup>-1</sup> pupuk kandang unggas mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif jagung manis dan pemberian 15 Tonha<sup>-1</sup> pupuk kandang unggas + 107 kg ha<sup>-1</sup> KCl merupakan kombinasi terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan hasil jagung manis (Liliana 2017). Namun, di bawah kondisi tropis, bahan organik biasanya termineralisasi dengan sangat cepat dan hanya sebagian kecil dari senyawa organik yang digunakan distabilkan dalam tanah dalam jangka panjang, tetapi secara berangsur-angsur dilepaskan ke atmosfer sebagai CO<sub>2</sub>. Selain itu, pengolahan tanah intensif, mempengaruhi sifat fisik tanah dengan mengubah struktur tanah dan meningkatkan hilangnya bahan organik tanah (Aguilera et al. 2012). Tanah yang miskin, sebagai akibat dari berkurangnya bahan organik, dapat ditemukan di daerah tropis di seluruh dunia, terutama di Indonesia. Tanah seperti itu sangat diuntungkan dari pemberian bahan organik, tetapi dekomposisinya yang cepat di daerah tropis lembap menjadikannya sebagai solusi jangka pendek saja.

Biochar bukanlah bahan yang sepenuhnya lengai, dan beberapa bagian dari biochar, terutama permukaannya, mengandung sejumlah besar nutrisi yang tersedia secara hayati (Chen et al. 2015). Oleh karena itu, penambahan biochar ke tanah memiliki efek positif yang serupa dengan pupuk organik. Aplikasi biochar diajukan sebagai pendekatan baru untuk meningkatkan hasil panen dan mengurangi emisi gas rumah kaca dari tanah, karena biochar memiliki ketahanan terhadap oksidasi menjadi CO<sub>2</sub> (Nguyen et al. 2018). Komunitas mikroba tanah dan aktivitasnya, yang memegang peran kunci dalam mempertahankan kesehatan dan fungsi tanah, secara langsung

dipengaruhi oleh penambahan biochar ke tanah (Jeffery et al. 2011).

Biochar telah terbukti mengurangi pencucian N anorganik, emisi N<sub>2</sub>O (Dempster et al. 2012), dan volatilisasi ammonia. Di samping itu, aplikasi biochar juga meningkatkan fiksasi nitrogen biologis (Clough et al. 2013). Biochar suhu tinggi mampu mengadsorpsi 0,12-3,7% NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dari larutan, dengan variasi menurut jenis bahan baku yang digunakan (Clough et al. 2013). Adsorpsi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> yang signifikan terjadi pada biochar dengan suhu pirolisis 700°C. Adsorpsi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> adalah hasil dari gugus fungsi dasar dan bukan hasil adsorpsi fisik karena luas permukaan dan volume pori mikro mengikuti tren yang berbeda jika dibandingkan dengan adsorpsi NO<sub>3</sub><sup>-</sup> yang teramati (Kameyama et al. 2012).

Namun di sisi lain, amandemen tanah dengan biochar berpotensi menyebabkan peningkatan pencucian NO<sub>3</sub><sup>-</sup> karena meningkatnya konduktivitas hidrolik tanah (Kameyama et al. 2012). Pada waktu bersamaan, amandemen tanah dengan biochar juga meningkatkan kapasitas retensi air (Clough et al. 2013), dan ini dapat menurunkan pencucian NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. N-Nitrat hanya teradsorpsi lemah ke permukaan biochar, sehingga dapat terserap oleh infiltrasi air, dan hasil akhirnya adalah peningkatan waktu residen NO<sub>3</sub><sup>-</sup> di dalam tanah (Kameyama et al. 2012). Hal ini pada gilirannya memberikan peluang yang lebih besar untuk penyerapan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> oleh tanaman (Clough et al. 2013).

Sementara, alasan rasional untuk adsorpsi NH<sub>4</sub><sup>+</sup> pada biochar dan pengurangan pencucian NH<sub>4</sub><sup>+</sup> adalah KTK biochar. In situ, tergantung pada kondisi iklim, retensi kation meningkat dengan penuaan biochar (Clough et al. 2013).

Penuaan biochar di lingkungan tanah dapat disebabkan oleh berbagai mekanisme, termasuk penambahan radikal, reaksi dengan anion superoksida, dan reaksi dengan oksigen singlet. Oksidasi biotik mungkin melibatkan hidrogen peroksida yang dilepaskan oleh biota tanah (Lawrinenko et al. 2016). Biochar di permukaan tanah rentan terhadap reaksi dengan oksigen singlet, dengan peningkatan oksidasi yang disebabkan oleh kegiatan pengolahan tanah. Di dalam tanah, reaksi dengan peroksida, oksigen singlet, dan radikal bebas dapat terjadi tergantung pada sifat kimia permukaan biochar dan kondisi reduktif-oksidatif dan pH tanah (Lawrinenko et al. 2016). Karbon aromatik yang terkondensasi teroksidasi perlahan ketika terkena bentuk oksigen reaktif; sebaliknya bahan tanaman dan biomassa mikroba dalam berbagai tahap dekomposisi jauh lebih cepat teroksidasi (Lawrinenko et al. 2016).

Tingkat aplikasi 10, 25, 50 dan 100 ton/ha biochar secara signifikan meningkatkan produktivitas tanaman bila dibandingkan dengan kontrol (Jeffery et al. 2011). Peningkatan produktivitas tanaman itu terjadi pada penambahan biochar ke tanah baik di tanah 'Asam' maupun 'Netral', tetapi tidak ada perubahan signifikan dalam produktivitas tanaman pada penambahan biochar ke tanah 'Sangat Asam' (Jeffery et al. 2011).

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu sumber utama protein dan minyak nabati dunia yang ditanam secara komersial dan digunakan sebagai bahan pangan dan pakan ternak selama ratusan tahun (Pinto et al. 2013). Kedelai telah banyak digunakan secara luas karena kandungan nutrisinya yang tinggi dan

menghasilkan senyawa antioksidan. Di Indonesia, kedelai merupakan salah satu komoditi pangan utama, setelah beras dan jagung, yang dikonsumsi terutama dalam bentuk tahu dan tempe. Oleh sebab itu, permintaan terbesar kedelai di Indonesia adalah dari industri tahu dan tempe, diikuti oleh industri pakan. Potensi pasar kedelai nasional sangat luas dan akan terus tumbuh (Mustikawati et al. 2018). Namun potensi pasar yang luas itu tidak diimbangi dengan peningkatan produksi nasional yang memadai, sehingga Indonesia menjadi salah satu Negara pengimpor kedelai di dunia (Harsono et al. 2022). Rendahnya produksi kedelai Indonesia terutama karena produktivitasnya rendah. Produktivitas rata-rata nasional 15.96 ku ha<sup>-1</sup> (KEMANTAN 2021). Upaya peningkatan hasil kedelai menghadapi banyak tantangan. Tantangan yang utama adalah lahan yang tersedia untuk budidaya kedelai memiliki tingkat kesuburan rendah. Di luar pulau Jawa lahan yang tersedia untuk budidaya tanaman pangan lebih dari 40 juta ha tetapi didominasi oleh Tanah Ultisol, yang memiliki banyak kendala untuk digunakan sebagai lahan produksi tanaman, seperti kemasaman, kandungan bahan organik rendah, dan P-terdapat rendah (Hasbianto et al. 2020).

Sejalan dengan upaya peningkatan hasil kedelai itu, verifikasi efek biochar pada hasil tanaman kedelai akan menunjukkan potensi biochar untuk membantu ketahanan pangan nasional. Apakah, karena persistensi biochar di dalam tanah, biochar mampu memperpanjang manfaat agronomisnya untuk jangka waktu yang lebih lama. Jika manfaat agronomis dari dekomposisi yang sangat tertunda ini telah terkonfirmasi dalam sistem pertanian modern, maka selanjutnya biochar akan dapat berkontribusi pada peningkatan produksi berkelanjutan di beberapa lingkungan pertanian yang paling tidak menguntungkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh jangka panjang biochar terhadap perbaikan kualitas tanah melalui penelitian efek residu biochar, secara sendiri dan dalam kombinasi dengan pupuk kandang unggas terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai, guna menambah bukti agronomi untuk mendukung usulan penggunaan biochar sebagai pembenah tanah untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Masalah utama dari penelitian ini adalah untuk menemukan bahan pembenah tanah yang memiliki persistensi lebih lama di dalam tanah, sehingga dapat berfungsi secara berkelanjutan dalam menjaga kualitas tanah. Hal ini penting untuk menghemat investasi sumber daya, tenaga kerja, dan meningkatkan produksi yang berkelanjutan dari kegiatan usahatani.

## BAHAN DAN METODE

### Deskripsi lokasi penelitian

Tanah yang digunakan untuk media tanam dalam percobaan pot diambil dari tanah lempung berdebu (14% pasir, 41% debu, 45% liat) Oxid Haplusteps dari area tegalan di Cigagak – Cibiru Bandung yang berada di kaki gunung Manglayang, dengan letak geografi 6°54'30"S dan 107°43'46"E. Berdasarkan hasil analisis di Laboratorium Kimia-Agro BTPPH Lembang, tanah tersebut memiliki pH 5,69, kandungan C-organik 24 mg/kg, N-total 0,9 mg/kg, C/N-rasio 27, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (HCl 250 ml/l) 140 mg/kg, K<sub>2</sub>O (HCl 250 ml/l) 71 mg/kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Bray 4 ppm, Kapasitas Tukar Kation (KTK) 51,4 me/kg,

komposisi kation dapat ditukar K-dd 1,1 me/kg, Ca-dd 171,4 me/kg, Mg-dd 33,5 me/kg, Al-dd 0,00 me/kg, H-dd 3,2 me/kg, kejenuhan basa 100%.

### Biochar dan pupuk kandang ayam

Biochar yang digunakan sebagai bahan perlakuan berasal dari bahan sekam padi melalui pirolisis lambat. Komposisi biochar sekam padi mengandung: C-total 307,8 g/kg, N 0,5 g/kg, P 2,3 g/kg, K 0,6 g/kg, pH 8,3, dan kapasitas memegang air 40% (Nurida et al, 2009).

Pupuk kandang ayam telah terdekomposisi diperoleh dari peternakan ayam pedaging di Cipulus, Cikoneng – Kabupaten Bandung, yang biasanya memiliki komposisi N 17,0 g/kg, C/N-rasio 10,8, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 21,2 g/kg, dan K<sub>2</sub>O 14,5 g/kg (Hartatik dan Widowati 2006).

### Percobaan pot

Serangkaian percobaan pot telah dilakukan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Islam Nusantara Bandung, pada ketinggian 680 meter di atas permukaan laut dan lokasi geografis 6°56'42"LS dan 107°38'42"BT. Pot yang digunakan adalah plastik hitam dengan lebar bagian atas 27x27 cm<sup>2</sup>, lebar bagian bawah 25x25 cm<sup>2</sup>, dan kedalaman 25 cm. Kondisi iklim Kota Bandung pada bulan Februari-Juni adalah suhu rata-rata minimum 18,7-20,5°C dan maksimum 29,5-30,0°C, curah hujan 298,9-26,5 mm/bulan, dan kelembaban relatif 78-81%; pada Juli-Oktober suhu minimum rata-rata 17,9-19,6 °C, maksimum rata-rata 29,8-32,4 °C, kelembaban relatif 64-69%, 0,2-84,2 mm/bulan (BMKG 2019).

Perlakuan diaplikasikan pada percobaan seri pertama (September-Desember 2018), yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh langsung dari pemberian biochar sekam padi terhadap pertumbuhan dan hasil padi. Untuk mengetahui pengaruh residu dari perlakuan yang diaplikasikan pada seri pertama, telah dilakukan percobaan seri-2 (Februari-Juni 2019) dengan tanaman padi secara aerobik pada pot yang sama; dan percobaan seri-3 (Maret-Juni 2020) dan seri-4 (Juli-Oktober 2020) pada pot yang sama dengan tanaman kedelai untuk mengetahui pengaruh residu pada penanaman ketiga dan keempat. Di samping perlakuan, pada setiap kali penanaman juga diberikan pupuk NPK sebagai pupuk dasar dengan dosis 50 kg.ha<sup>-1</sup>. Percobaan dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan delapan perlakuan dan empat ulangan (Tabel 1).

**Tabel 1.** Perlakuan

Aplikasi Pupuk	Dosis	
	(ton.ha <sup>-1</sup> )	(g per pot)
Kontrol (tanpa biochar)	0	0
Biochar sekam padi (BSP)	20	135
Biochar sekam padi (BSP)	40	270
Biochar sekam padi (BSP)	50	338
Biochar sekam padi (BSP)	60	406
BSP+P.kandang ayam (PKA)	10+10	68+68
BSP + PKA	20+20	135+135
BSP + PKA	30+30	203 + 203

Dosis perlakuan per pot dihitung berdasarkan asumsi bahwa berat isi (*bulk density*) tanah 20 cm lapisan atas adalah 1,0, dan beratnya 2.000 ton/ha. Persiapan media tanam pada penelitian seri-1 dilakukan dengan mengisi pot dengan tanah hingga 80% dari kapasitas isi pot dengan biochar sekam padi (BSP) dan pupuk kandang ayam (PKA) sesuai perlakuan. Kemudian, media tanam dalam pot itu diairi dan diinkubasi selama seminggu sebelum ditanami. Sedangkan penelitian untuk mengetahui efek residu dari perlakuan biochar itu (percobaan seri-2, seri-3, dan seri-4) dimulai dengan pengolahan tanah di dalam pot untuk mendukung perkecambahan benih (tanpa ada aplikasi perlakuan lagi).

Benih kedelai ditanam langsung di setiap pot (27x27 cm<sup>2</sup>), sebanyak 4 biji dengan jarak tanam 10x10 cm. Percobaan ini menggunakan benih kedelai varietas "Anjasmoro". Untuk menjaga agar kelembaban selalu tersedia untuk memenuhi kebutuhan air tanaman selama musim pertanaman, dilakukan penyiraman, ketika tidak ada hujan atau hujan yang terjadi terlalu sedikit. Pengendalian gulma dan hama dilakukan secara manual, tanpa penggunaan pestisida. Untuk melindungi tanaman dari serangan tikus kami membuat pagar dari pelat seng tipis di sekeliling area percobaan.

#### Pengumpulan data

Variabel pertumbuhan tanaman yang diamati meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun, dilakukan seminggu sekali mulai dari minggu ke-3 atau ke-4 setelah tanam. Sedangkan variabel hasil atau produksi tanaman meliputi jumlah polong, jumlah polong isi, dan hasil biji kering.

#### Analisis statistik

Analisis statistik untuk menilai efek perlakuan dilakukan dengan menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk rancangan acak kelompok seperti yang dijelaskan oleh [Gaspersz \(1995\)](#). Perbedaan kritis pada tingkat signifikansi 5% dihitung untuk membandingkan perbedaan antar nilai rata-rata hasil pengamatan dari variabel pertumbuhan dan hasil tanaman dengan menggunakan uji DMRT.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

**Tinggi tanaman.** Pengaruh residu dari pemberian biochar sekam padi (BSP) terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kedelai pada penanaman ke-3 maupun ke-4 menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata dibandingkan dengan kontrol ([Tabel 2](#)). Padahal pengaruh langsungnya (hasil percobaan seri-1) menunjukkan bahwa tinggi tanaman padi pada semua perlakuan pemberian biochar sekam padi nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ([Suswana 2019](#)). Demikian juga pada musim tanam kedua (percobaan seri-2), pengaruh residu dari pemberian biochar sekam padi itu terhadap tinggi tanaman berpengaruh nyata, yang mana tinggi tanaman padi pada perlakuan BSP 50 ton/ha serta kombinasi BSP 20 ton/ha + PKA 20 ton/ha dan BSP 30 ton/ha + PKA 30 ton/ha nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ([Suswana dan Maulana 2022](#)).

**Jumlah daun tripoliat.** Hasil penelitian pengaruh residu biochar sekam padi pada musim tanam ke-3 (percobaan seri-3) dan musim tanam ke-4 (percobaan seri-4) menunjukkan bahwa residu biochar sekam padi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun tripoliat tanaman kedelai ([Tabel 3](#)). Sementara pengaruh residu dari pemberian biochar sekam padi pada musim tanam sebelumnya (percobaan seri-2) menunjukkan adanya pengaruh yang nyata, yang mana jumlah anakan tanaman padi pada perlakuan BSP 60 ton/ha dan kombinasi BSP 20 ton/ha + PKA 20 ton/ha nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ([Suswana dan Maulana 2022](#)).

Sedangkan hasil penelitian pengaruh langsung dari pemberian biochar sekam padi (percobaan seri-1) menunjukkan bahwa jumlah anakan padi pada perlakuan kombinasi BSP 20 ton/ha + PKA 20 ton/ha dan BSP 30 ton/ha + PKA 30 ton/ha nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ([Suswana 2019](#)).

**Jumlah polong.** Efek residu dari pemberian biochar sekam padi pada musim tanam ke-3 (percobaan seri-3) dan penanaman ke-4 (percobaan seri-4) terhadap perkembangan polong tanaman kedelai menunjukkan tidak adanya perbedaannya yang nyata dibandingkan dengan kontrol ([Tabel 4](#)). Jika dikomparasikan dengan pengaruh residu dari perlakuan tersebut pada penanaman kedua (percobaan seri-2) terhadap variabel komponen pertumbuhan fase generatif pada tanaman padi telah diketahui bahwa jumlah malai per rumpun pada perlakuan BSP 60 ton/ha serta kombinasi BSP 20 ton/ha + PKA 20 ton/ha nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ([Suswana dan Maulana 2022](#)). Sementara pengaruh langsung dari pemberian biochar sekam padi pada musim tanam pertama (percobaan seri-1) terhadap pertumbuhan fase generatif tanaman padi telah dilaporkan adanya pengaruh yang nyata, yang mana jumlah anakan produktif atau jumlah malai per rumpun pada semua perlakuan pemberian biochar sekam padi yang diuji menunjukkan secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan pada perlakuan kontrol ([Suswana 2019](#)).

**Jumlah polong isi.** Pengaruh residu dari pemberian biochar sekam padi pada musim tanam ke-3 (percobaan seri-3) dan musim tanam ke-4 (percobaan seri-4) terhadap perkembangan polong isi tanaman kedelai tidak nyata ([Tabel 5](#)). Hasil penelitian pengaruh residu dari perlakuan tersebut pada musim tanam kedua (percobaan seri-2) telah diketahui menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap komponen hasil padi, yang mana jumlah bulir (gabah) bernas per malai pada perlakuan kombinasi BSP 10 ton/ha + PKA 10 ton/ha dan BSP 30 ton/ha nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ([Suswana dan Maulana 2022](#)).

**Hasil Biji Kering.** Hasil pengamatan terhadap variabel hasil tanaman kedelai pada musim tanam ke-3 (percobaan seri-3) dan musim tanam ke-4 (percobaan seri-4) menunjukkan bahwa efek residu dari pemberian biochar sekam padi tidak berpengaruh secara nyata terhadap hasil biji kering kedelai ([Tabel 5](#)). Sementara hasil penelitian pada musim tanam kedua (percobaan seri-2) telah dilaporkan bahwa efek residu dari perlakuan tersebut signifikan terhadap hasil gabah kering diling

padi, yang mana hasil gabah kering giling pada perlakuan BSP 60 Tonha<sup>-1</sup> serta kombinasi BSP 20 ton/ha + PKA 20 ton/ha nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (Suswana dan Maulana 2022).

### Pembahasan

Efek residu dari pemberian biochar sekam padi pada penanaman ke-3 (percobaan seri-3) dan penanaman ke-4 (percobaan seri-4), yang dilakukan pada pot yang sama, tidak signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. Fakta ini berarti bahwa sifat persistensi dari biochar sekam padi belum terkonfirmasi mampu mempertahankan pengaruhnya lebih lama dalam memelihara kualitas tanah sehingga mampu meningkatkan produktivitas tanaman secara berkelanjutan. Pengaruh residu pada penanaman ke-3 dan ke-4 ini berbeda bila dibandingkan dengan pengaruh residunya pada penanaman sebelumnya (percobaan seri-2), yang masih menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap beberapa variabel pertumbuhan dan hasil tanaman padi (Suswana dan Maulana 2022). Tampak

adanya penurunan secara berangsur pengaruh residu dari pemberian biochar sekam padi itu. Mengingat penelitian ini merupakan percobaan di dalam pot, bukan di lapangan, kemungkinan terjadinya pengaruh negatif dari kondisi iklim mikro di dalam pot itu terhadap persistensi biochar yang ditambahkan sebagai bahan perlakuan. Pengaruh negatif itu, di antaranya dapat diduga sebagai akibat dari warna pot yang hitam dapat meningkatkan suhu media tumbuh di dalam pot itu, yang sebagai konsekuensi dapat meningkatkan laju oksidasi pada biochar maupun bahan organik lainnya yang ada di dalam pot itu. Laju oksidasi biochar yang dipercepat itu diduga menyebabkan perubahan gugus fungsi yang mengandung oksigen dan nitrogen pada permukaan biochar (Lawrinenko et al. 2016), sehingga pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman berkurang, karena menurunnya fungsi dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi di tanah yang kandungan nutrisinya terbatas, dan menurunnya fungsi dalam merangsang aktivitas mikroba (Mia et al. 2017a).

**Tabel 2.** Pengaruh Residu Biochar sekam padi terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kedelai

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) pada.....MST				
	3	4	5	6	7
Percobaan seri-3 (Maret- Juni 2020):					
Tanpa Biochar	18,83	27,50	34,17	39,50	40,33
BSP 20	10,83	28,17	34,83	40,83	41,50
BSP 40	20,00	28,58	36,50	44,00	44,50
BSP 50	19,17	27,33	34,33	39,83	42,50
BSP 60	19,58	28,17	36,17	43,50	45,33
BSP 10 + PKA 10	20,00	28,33	35,83	43,67	43,67
BSP 20 + PKA 20	20,58	29,83	35,83	44,50	45,17
BSP 30 + PKA 30	19,50	27,67	34,33	41,50	44,17
Percobaan seri-4 (Juli-Oktober 2020):					
Tanpa Biochar	-	25,83	32,17	35,00	-
BSP 20	-	26,33	32,50	35,83	-
BSP 40	-	23,50	31,67	34,50	-
BSP 50	-	23,83	30,17	34,00	-
BSP 60	-	25,08	31,33	33,67	-
BSP 10 + PKA 10	-	26,53	32,83	36,50	-
BSP 20 + PKA 20	-	26,50	34,17	37,17	-
BSP 30 + PKA 30	-	25,33	32,67	36,00	-
	NS	NS	NS	NS	NS

**Keterangan:** NS= Non Significant menurut Uji DMRT pada taraf 5%; MST= Minggu setelah tanam; BSP = Biochar sekam padi; dan PKA= Pupuk kandang ayam yang telah terdekomposisi

**Tabel 3.** Pengaruh residu biochar sekam padi terhadap jumlah daun tripoliat tanaman kedelai

Pupuk (ton.ha <sup>-1</sup> )	Jumlah Daun Tripoliat pada....MST				
	3	4	5	6	7
Percobaan seri-3 (Maret- Juni 2020):					
Tanpa Biochar	2,00	4,17	5,50	6,50	6,50
Tanpa Biochar	5,50	4,00	5,00	6,83	6,83
BSP 20	2,17	4,17	5,67	7,50	7,50
BSP 40	2,00	4,00	5,50	7,33	7,33
BSP 50	2,17	4,00	5,67	8,00	8,00
BSP 60	2,17	4,00	5,50	6,67	6,67
BSP 10 + PKA 10	2,00	4,00	5,50	6,50	6,50
BSP 20 + PKA 20	2,00	4,00	5,67	7,00	7,00
Percobaan seri-4 (Juli-Oktober 2020):					
Tanpa Biochar	-	3,33	4,67	5,50	-
BSP 20	-	3,17	5,00	5,67	-
BSP 40	-	3,33	5,00	5,50	-
BSP 50	-	3,33	4,33	5,33	-
BSP 60	-	3,50	4,67	5,50	-
BSP 10 + PKA 10	-	3,00	4,67	5,33	-
BSP 20 + PKA 20	-	3,50	5,17	6,50	-
BSP 30 + PKA 30	-	3,83	4,83	5,67	-
	NS	NS	NS	NS	NS

**Keterangan:** NS= *non-Significant* menurut Uji DMRT pada taraf 5%; MST= Minggu setelah tanam; BSP= Biochar sekam padi; dan PKA= Pupuk kandang ayam yang telah terdekomposisi

**Tabel 4.** Pengaruh residu biochar sekam padi terhadap jumlah polong tanaman kedelai

Pupuk (ton.ha <sup>-1</sup> )	Jumlah Polong per Tanaman pada....MST			
	6	7	8	9
Percobaan seri-3 (Maret- Juni 2020):				
Tanpa Biochar	6,50	6,67	9,83	10,50
Tanpa Biochar	6,00	6,00	10,83	11,00
BSP 20	6,33	6,33	10,00	9,83
BSP 40	6,50	6,50	12,00	12,00
BSP 50	8,33	8,33	14,83	14,83
BSP 60	7,17	7,17	11,50	11,50
BSP 10 + PKA 10	6,00	6,00	9,83	10,50
BSP 20 + PKA 20	8,00	8,00	12,00	11,83
Percobaan seri-4 (Juli-Oktober 2020):				
Tanpa Biochar	-	12,67	13,17	13,50
BSP 20	-	12,67	12,50	12,67
BSP 40	-	12,67	13,33	13,17
BSP 50	-	11,67	13,33	13,00
BSP 60	-	12,17	12,17	12,50
BSP 10 + PKA 10	-	13,67	13,33	12,67
BSP 20 + PKA 20	-	14,17	17,33	18,33
BSP 30 + PKA 30	-	13,33	13,33	14,17
	NS	NS	NS	NS

**Keterangan:** NS= *non-Significant* menurut Uji DMRT pada taraf 5%; MST= Minggu setelah tanam; BSP= Biochar sekam padi; PKA = Pupuk kandang ayam yang telah terdekomposisi

**Tabel 5.** Pengaruh residu biochar sekam padi terhadap jumlah polong isi dan hasil biji kering kedelai

Pupuk (ton.ha <sup>-1</sup> )	Jumlah Polong Isi per Tanaman	Hasil Biji Kering (g per tanaman)
Percobaan seri-3 (Maret- Juni 2020):		
Tanpa Biochar	9,50	4,38
Tanpa Biochar	10,83	4,21
BSP 20	10,17	3,46
BSP 40	11,50	5,47
BSP 50	14,17	5,50
BSP 60	10,50	3,90
BSP 10 + PKA 10	10,17	3,09
BSP 20 + PKA 20	11,50	3,86
Percobaan seri-4 (Juli-Oktober 2020):		
Tanpa Biochar	13,17	4,29
BSP 20	11,67	4,35
BSP 40	12,50	3,94
BSP 50	12,50	4,26
BSP 60	11,83	4,05
BSP 10 + PKA 10	11,83	4,10
BSP 20 + PKA 20	16,00	5,73
BSP 30 + PKA 30	13,33	4,92
	NS	NS

**Keterangan:** NS= *non-Significant* menurut Uji DMRT pada taraf 5%; MST= Minggu setelah tanam; BSP= Biochar sekam padi; dan PKA= Pupuk kandang ayam yang telah terdekomposisi

Berbeda dengan yang sudah dilaporkan dari hasil percobaan seri-2, yang mana aplikasi biochar 30 ton/ha + pupuk kandang ayam 30 ton/ha, efek residunya meningkatkan tinggi tanaman secara signifikan dibandingkan dengan kontrol (Suswana dan Maulana 2022), sementara pengaruh langsungnya pada penanaman pertama (percobaan seri-1) tidak signifikan (Suswana 2019). Kemungkinan, lemahnya pengaruh langsung dari pemberian biochar itu, sebagai akibat terjadinya imobilisasi N oleh mikroorganisme selama proses dekomposisi biochar dan/atau pupuk kandang ayam. Selanjutnya pada musim tanam kedua, atau efek residunya, unsur hara-N yang telah dilepaskan menjadi lebih tersedia. Namun, kemudian efek menguntungkan itu tidak lagi nyata pada musim tanam ke-3 dan ke-4.

Biochar segar mengandung luas permukaan spesifik yang tinggi dan dapat membawa muatan permukaan positif bersih (Mia et al. 2017a). Seiring waktu atau penuaan, biochar yang teroksidasi di dalam tanah akan mengalami perubahan sifat fisik dan kimianya. Gugus fungsi permukaan, terutama gugus karboksilat dan hidroksil, terbentuk (Mia et al. 2017b), dan akibatnya muatan permukaan negatif dan kapasitas tukar kation (KTK) biochar meningkat seiring dengan proses penuaan (Mia et al. 2017a). Oleh karena itu, kapasitas retensi hara biochar tua meningkat, demikian juga ketersediaan haranya, sehingga efek residunya (pada musim tanam kedua) lebih baik daripada efek langsungnya. Sementara hasil penelitian Kuzyakov et al. (2014) yang melaporkan bahwa hanya sekitar 6% dari

biochar yang ditambahkan termineralisasi menjadi CO<sub>2</sub> selama 8,5 tahun awal, yang mana laju dekomposisi biochar diperkirakan melalui kehilangan <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> antara tahun ke-5 dan ke-8 kurang dari 0,3% per tahun itu hanya terjadi dalam kondisi optimal.

Pengaruh residu dari pemberian biochar sekam padi itu sudah tidak signifikan lagi secara agronomis pada penanaman ketiga kali dan keempat kali, sedangkan pada penanaman kedua kalinya dengan tanaman padi residu dari pemberian biochar 50 ton/ha berpengaruh nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan residu dari pemberian biochar 60 ton/ha berpengaruh nyata meningkatkan hasil gabah per tanaman (Suswana dan Maulana 2022).

## KESIMPULAN

Pengaruh residu dari pemberian biochar sekam padi pada penanaman ketiga kali dan keempat kali tidak berpengaruh signifikan terhadap meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya (percobaan seri-1 dan seri-2), yang menunjukkan ada beberapa perlakuan pemberian biochar itu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sifat persisten yang dimiliki biochar tidak terbukti mampu memperpanjang jangka waktu kemanfaatannya secara agronomis menjadi lebih lama, dan hanya terbatas sampai dengan penanaman yang kedua kali setelah aplikasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Fakultas Pertanian Universitas Islam Nisantara Bandung yang telah memberikan dukungan administratif dan fasilitas sehingga kegiatan penelitian ini dapat terlaksana. Tidak lupa saya ucapkan terimakasih kepada sesama rekan penelitian dan penulis yang telah membantu dalam kegiatan ini. Hasil penelitian ini merupakan tanggung jawab pribadi dari penulis dan tidak secara langsung mewakili pandangan umum dari pihak institusi yang mana penulis bekerja ataupun melakukan kegiatan penelitian, terimakasih.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera J, Otavalli PP, Gonzales MA, Valdivia C. 2012. Initial and residual effects of organic and inorganic amendments on soil properties in a potato-based cropping system in the Bolivian Andean Highlands. *Am J Exp Agric*. 2(4):641–666. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2012/2006>.
- [BMKG] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. 2019. Prakiraan cuaca (Bandung, Jawa Barat). <https://www.bmkg.go.id/>
- Chen J, Kim H, Yoo G. 2015. Effects of biochar addition on CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O emissions following fertilizer application to a cultivated grassland soil. *Lehman RM, editor. PLOS ONE*. 10(5):e0126841. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126841>.
- Clough T, Condon L, Kammann C, Müller C. 2013. A review of biochar and soil nitrogen dynamics. *Agronomy*. 3(2):275–293. <https://doi.org/10.3390/agronomy3020275>.
- Das SK, Ghosh GK. 2020. Soil health management through low cost biochar technology. In: *Biochar Applications in Agriculture and Environment Management*. Cham: Springer International Publishing. hal. 193–206.
- Dempster DN, Jones DL, Murphy D V. 2012. Clay and biochar amendments decreased inorganic but not dissolved organic nitrogen leaching in soil. *Soil Res*. 50(3):216–221. <https://doi.org/10.1071/SR11316>.
- Gaspersz V. 1995. Teknik analisis dalam penelitian percobaan. ke-1. Bandung (ID): Tarsito.
- Harsono A, Harnowo D, Ginting E, Adi Anggraeni Elisabeth D. 2022. Soybean in Indonesia: Current status, challenges and opportunities to achieve self-sufficiency. In: Jimenez-Lopez JC, Clemente A, editor. *Legumes Research - Volume 1*. London (UK): Intech Open.
- Hartatik W, Widowati LR. 2006. Pupuk kandang. In: *Simanungkalit RDM, Suriadikarta DA, Saraswati R, Setyorini D, Hartatik W, editor. Pupuk organik dan pupuk hayati*. Bogor (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Hasbianto A, Hartati S, Weebadde C. 2020. Opportunity, challenges, and strategies to increase soybean production in Indonesia. *J Informasi Teknologi Pertanian*. 1:72–91.
- Jeffery S, Verheijen FGA, van der Velde M, Bastos AC. 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 144(1):175–187. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.08.015>.
- Kameyama K, Miyamoto T, Shiono T, Shinogi Y. 2012. Influence of sugarcane bagasse-derived biochar application on nitrate leaching in calcareous dark red soil. *J Environ Qual*. 41(4):1131–1137. <https://doi.org/10.2134/jeq2010.0453>.
- Kavitha B, Reddy PVL, Kim B, Lee SS, Pandey SK, Kim K-H. 2018. Benefits and limitations of biochar amendment in agricultural soils: A review. *J Environ Manag*. 227:146–154. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.08.082>.
- [KEMENTAN] Kementerian Pertanian. 2021. Laporan kinerja direktorat jenderal tanaman pangan. Jakarta (ID).
- Kuzyakov Y, Bogomolova I, Glaser B. 2014. Biochar stability in soil: Decomposition during eight years and transformation as assessed by compound-specific <sup>14</sup>C analysis. *Soil Biol Biochem*. 70:229–236. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.12.021>.
- Lawrinenko M, Laird DA, Johnson RL, Jing D. 2016. Accelerated aging of biochars: Impact on anion exchange capacity. *Carbon*. 103:217–227. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2016.02.096>.
- Lehmann J, Joseph S. 2015. *Biochar for environmental Management*. 2nd ed. Lehmann J, Joseph S, editor. London (UK): Routledge.
- Liliana Y. 2017. Pengaruh aplikasi kombinasi pupuk kandang ayam dan pupuk kcl terhadap pertumbuhan dan hasil produksi jagung manis (*Zea mays Saccharata Sturt.*) [Skripsi]. Bandar Lampung (ID): Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- Melati M, Andriyani W. 2005. Pengaruh pupuk kandang ayam dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai panen muda yang dibudidayakan secara organik. *J Agron Indon*. 33(2):8–15.
- Mia S, Dijkstra FA, Singh B. 2017. Long-term aging of biochar: A molecular understanding with agricultural and environmental implications. *Adv Agron*. 141:1–51. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2016.10.001>.
- Mia Shamim, Singh B, Dijkstra FA. 2017. Aged biochar affects gross nitrogen mineralization and recovery: a 15 N study in two contrasting soils. *GCB Bioenergy*. 9(7):1196–1206. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12430>.
- Mustikawati DR, Mulyanti N, Arief RW. 2018. Productivity of soybean on different agroecosystems. *Intern J Environ Agric Biotechnol*. 3(4):1154–1159. <https://doi.org/10.22161/ijeab/3.4.1>.
- Nguyen BT, Trinh NN, Le CMT, Nguyen TT, Tran T Van, Thai BV, Le T Van. 2018. The interactive effects of biochar and cow manure on rice growth and selected properties of salt-affected soil. *Arch Agron Soil Sci*. 64(12):1744–1758. <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1455186>.

- Pinto HS, Avila AMH de, Cardoso AO. 2013. Challenges to increased soybean production in Brazil. In: Board JE, editor. *A Comprehensive Survey of International Soybean Research - Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships*. Rijeka (HR): IntechOpen.
- Sarma BK, Yadav SK, Singh S, Singh HB. 2015. Microbial consortium-mediated plant defense against phytopathogens: Readdressing for enhancing efficacy. *Soil Biol Biochem.* 87:25–33. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.04.001>.
- Sumarno S. 2018. Pertanian berkelanjutan: Persyaratan pengembangan pertanian masa depan. In: Sudaryanto T, Inounu I, Las I, Karmawati E, Bahri S, Husin BA, Rusastra IW, editor. *Mewujudkan pertanian berkelanjutan: Agenda inovasi teknologi dan kebijakan*. Jakarta (ID): IAARD Press.
- Suswana S. 2019. Pengaruh biochar terhadap pertumbuhan padi dalam Sistem Aerobik. *Agrotechnol Res J.* 3(1):44–49. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v3i1.30396>.
- Suswana S, Maulana DD. 2022. Residual effect of rice husk biochar on growth and yield of Aerobic Rice. *Agrotechn Res J.* 6(2):87–94. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i2.57344>.