



## **KADAR KLOOROFIL DAN HASIL TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.) SETELAH 2 TAHUN PENERAPAN BIOCHAR DAN PUPUK ORGANIK DI ENTISOL**

**Yohanes Manggas<sup>1</sup>, Widowati<sup>1\*</sup>, Hesti Triana Soelistiari<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tribhuwana Tungadewi.

\* Corresponding Author: [widwidowati@gmail.com](mailto:widwidowati@gmail.com)

### **ABSTRACT**

[CHLOROPHYLL CONCENTRATION AND YIELD OF PAKCOY (*Brassica rapa* L.) AFTER TWO YEARS APPLIED WITH BIOCHAR AND ORGANIC FERTILIZER IN ENTISOLS]. While nitrogen is necessary throughout the growth of vegetable plants, N deficiency disrupts chlorophyll formation, and hence, affecting the photosynthesis process. The research was aimed to study the impact of using biochar and organic fertilizers on chlorophyll content and yield of Pak coy mustard in the third planting season in Entisols. The research was conducted in Bawang Hamlet, Tunggulwulung Village, Malang City. The first and second planting, were done from May to November 2017 and from August 2018 to January 2019, respectively. The experiment in the third planting season was carried out from July to August 2019 without nitrogen fertilization. The research was arranged in a randomized block design, consisting of controls (K1), chicken manure (A), compost (K), rice husk biochar (S), rice husk biochar + chicken manure (SA), rice husk biochar + compost (SK). The results showed that the two years application of biochar and organic fertilizers had a positive impact on the increased yield of Pakcoy even though fertilizer was not provided. The application of biochar and compost provided the best residual effect on the total chlorophyll of Pakcoy mustard.

---

Keyword: *compost, nitrogen, manure, mustard plant*

### **ABSTRAK**

Nitrogen sangat diperlukan sepanjang pertumbuhan tanaman sayuran. Defisiensi N menyebabkan pembentukan klorofil terganggu sehingga mempengaruhi proses fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak penggunaan biochar dan pupuk organik terhadap kadar klorofil dan hasil sawi pakcoy pada musim tanam ketiga di Entisol. Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Bawang, Kelurahan Tunggulwulung Kota Malang. Musim tanam pertama dan kedua, masing-masing pada bulan Mei-November 2017 dan Agustus 2018-Januari 2019. Penelitian musim tanam ketiga pada bulan Juli-Agustus 2019 tanpa menambah pupuk N. Penelitian diatur dalam Rancangan Acak Kelompok yang terdiri atas kontrol (K1), pupuk kandang kotoran ayam (A), kompos (K), biochar sekam padi (S), biochar sekam padi+pupuk kandang kotoran ayam (SA), biochar sekam padi+kompos (SK). Hasil penelitian menunjukkan biochar dan pupuk organik yang diterapkan setelah dua tahun berdampak positif terhadap kenaikan hasil tanaman pakcoy sekalipun tidak diberi pupuk. Biochar dan kompos yang digunakan bersama dapat menghasilkan residu yang terbaik terhadap klorofil total tanaman sawi pakcoy.

---

Kata kunci: *kompos, nitrogen, pupuk kandang, tanaman sawi*

## PENDAHULUAN

Nitrogen sangat dibutuhkan tanaman yang diambil daunnya seperti sawi pakcoy. Sawi pakcoy memerlukan unsur hara nitrogen lebih banyak untuk pertumbuhannya. Sayuran pakcoy banyak mengandung serat, vitamin A, B, B2, B6, dan C, kalsium, fosfor, tembaga, magnesium, zat besi, dan protein. Sayuran sawi pakcoy bermanfaat untuk mencegah penyakit jantung, hipertensi dan kanker, membantu bagi kesehatan seperti sistem pencernaan dan mencegah anemia pada ibu hamil (Tania *et al.*, 2012).

Kekurangan nitrogen menyebabkan pembentukan klorofil terganggu sehingga mempengaruhi proses fotosintesis. Kekurangan klorofil menyebabkan daun menguning sehingga pertumbuhan tanaman lambat, lemah dan kerdil. Ketersediaan nitrogen di dalam tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah (Wijanarko *et al.*, 2012). Salah satu jenis tanah dengan kadar bahan organik rendah adalah Entisol. Entisol merupakan tanah dengan solum dangkal (Munir, 1996). Bahan organik rendah berpengaruh terhadap penurunan kemampuan tanah menyimpan air dan unsur hara sehingga mudah mengalami pencucian. Peningkatan bahan organik dengan pupuk kandang dan kompos sudah terbukti manfaatnya. Namun pupuk organik tersebut mudah mengalami dekomposisi dan mineralisasi sehingga manfaatnya tidak bertahan lama, berbeda dengan biochar.

Biochar sebagai amandemen pada tanah pertanian karena kandungan karbon tinggi, pH tinggi, stabilitas tinggi, porositas tinggi, dan luas permukaan tinggi (Brassard *et al.*, 2019). Biochar merupakan bentuk karbon stabil dan bertahan selama ribuan tahun di dalam tanah (Shenbagavalli & Mahimairaja, 2012). Menurut Yadav *et al.* (2018), efek residu dari biochar dan pupuk anorganik setelah 2 tahun aplikasi biochar mampu meningkatkan kolonisasi mikoriza pada famili kacang-kacangan. Widowati *et al.* (2017) melaporkan residu dari biochar tunggal atau kombinasi dengan KCl dapat meningkatkan hasil jagung di musim tanam kedua. Biochar bermanfaat untuk memperbaiki sifat fisik tanah (Widowati *et al.*, 2020), menurunkan limpasan permukaan nitrogen (Clough *et al.*, 2013; Gao & DeLuca, 2016), meningkatkan pH, K-dd, serapan K, dan meningkatkan pertumbuhan pada tanaman caisim pada Entisol (Suryani, 2013), mengandung karbon yang lebih tinggi dibanding bahan organik lainnya (Tomczyk *et al.*, 2020), mengurangi mineralisasi karbon (Jien *et al.*, 2015) sehingga lebih efektif meningkatkan bahan organik tanah, mengurangi kehilangan unsur hara (Widowati *et al.*, 2014).

Pupuk organik yang diberikan pada berbagai jenis tanah dan tanaman telah banyak memberi manfaat. Kadar unsur hara P yang sangat tinggi pada pupuk kandang, penyediaan unsur hara lebih cepat, seperti unsur hara N, P, K dan Ca, lebih mudah terdekompo-

sisi dan dapat memberikan respon yang baik terhadap tanaman pada awal musim pertama (Hartatik & Widowati, 2006). Tidak demikian dengan kompos yang kualitasnya ditentukan oleh rasio antara jumlah karbon dan nitrogen. Kompos lebih lama terurai jika rasio karbon dan nitrogen tinggi (Atmaja *et al.*, 2017). Kompos dapat meningkatkan sifat-tanah, bahan organik tanah, dan status hara tanah. Kompos dapat melepas unsur hara lebih lambat dan memiliki pengaruh yang lebih lama dibanding sisa tanaman maupun pupuk kandang (Adugna, 2016).

Pendekatan dengan menggabungkan biochar dan kompos ataupun pupuk kandang merupakan strategi yang baik untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Untuk mengukur dampak amandemen pupuk organik dan biochar maka penelitian ini perlu dilakukan supaya stabilitas bahan organik dapat diketahui dalam beberapa musim tanam. Karena bahan organik sangat penting untuk mendukung pertanian berkelanjutan di masa mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak biochar dan pupuk organik terhadap kadar klorofil dan hasil tanaman pakcoy pada musim tanam ketiga di Entisol.

## METODE PENELITIAN

### *Tempat dan waktu penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Bawang, Kelurahan Tunggulwulung Kota Malang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari musim tanam pertama (Mei-November 2017) dan musim tanam kedua (Agustus 2018 - Januari 2019). Penelitian musim tanam ketiga dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2019.

### *Materi penelitian*

Sampel tanah Entisol diambil secara acak pada kedalaman 0-30 cm dari Kecamatan Poncokusumo. Jagung ditanam pada musim tanam I dan II dengan menambahkan pupuk urea, SP-36, dan KCl sesuai dosis rekomendasi. Sawi pakcoy varietas flamingo ditanam pada media tanam setelah ditanami jagung dua kali. Media tanam dari sampel tanah sebanyak 9 kg yang ditempatkan dalam polibag yang tanahnya tidak dibongkar setelah panen-panen sebelumnya. Biochar maupun pupuk organik diterapkan ke tanah sesuai perlakuan pada Mei 2017. Dosis biochar maupun pupuk organik sebanyak 300 g/polibag (tunggal) dan 150 g/polibag (campuran). Penelitian MT III tidak menambahkan biochar, pupuk organik (pupuk kandang kotoran ayam, kompos), dan pupuk N.

### *Rancangan penelitian*

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 6 perlakuan yaitu Kontrol (K<sub>i</sub>),

residu pupuk kandang kotoran ayam (A), residu kompos (K), residu biochar sekam (S), residu campuran biochar sekam padi dan pupuk kandang kotoran ayam (SA), residu campuran biochar sekam padi dan kompos (SK). Setiap perlakuan diulang 3 kali dan setiap unit percobaan terdiri atas 6 polibag sehingga total terdapat 108 polybag yang ditempatkan secara acak pada setiap ulangan.

*Pengamatan Penelitian*

Tiga sampel tanaman diambil untuk pengamatan pertumbuhan dan hasil tanaman. Kadar klorofil diamati dengan mengambil sampel daun sebanyak 0,1 mg. Selanjutnya sampel daun diekstrak dengan larutan aseton 85% 10 mL (perbandingan berat sampel dan aseton=1:100). Ekstrak disaring dengan kertas saring Whatman dan dianalisis dengan alat spektrofotometer UV Vis dengan panjang gelombang 644 nm dan 663 nm. Rumus untuk menentukan kandungan klorofil (mg/L) : Klorofil a = 1.07 (OD 663) – 0.094 (OD 644) Klorofil b = 1.77 (OD 644) – 0.28 (OD 663) Klorofil total = 0.79 (OD 663) + 1.076 (OD 644).

*Analisis data*

Data dianalisis dengan menggunakan ANAVA dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5% jika ada perbedaan rata-rata antar perlakuan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

*Kandungan klorofil pada tanaman pakcoy*

Hasil pengukuran kandungan klorofil menunjukkan bahwa semua perlakuan residu biochar dan pupuk organik berdampak pada peningkatan kandungan klorofil a pada 35-45 hst (Tabel 1). Klorofil dari perlakuan biochar yang digunakan secara mandiri maupun yang dicampur dengan kompos berbeda tidak nyata dan masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan pupuk organik pada akhir pengamatan. Hal ini membuktikan adanya pengaruh residu terhadap pertumbuhan daun untuk mendapatkan cukup unsur nitrogen dalam melaksanakan proses fotosintesis. Peningkatan kadar klorofil a tidak terlepas dengan senyawa bioaktif yang terkandung pada tanaman tersebut. Klorofil merupakan senyawa antioksidan alami yang diduga banyak terdapat dalam sayuran atau dedaunan hijau. Klorofil a dan b penting bagi proses fotosintesis tanaman. Klorofil b untuk antenna fotosintetik yang mengumpulkan cahaya, selanjutnya ditransfer ke pusat reaksi yang tersusun atas klorofil a. Pada pusat reaksi akan terjadi perubahan energi cahaya menjadi energi kimia

yang berfungsi untuk proses reduksi dalam fotosintesis (Taiz & Zeiger, 1991)

Tabel 1. Pengaruh residu biochar dan pupuk organik terhadap klorofil a tanaman pakcoy di Entisol

Perlakuan	Klorofil a (mg/L) umur (hst)		
	14	35	45
Kontrol	12,27 a	6,65 a	6,59 a
A (Pupuk kandang ayam)	15,25 a	8,21 b	8,71 b
K (Kompos)	22,87 b	8,07 b	8,46 b
S (Biochar sekam padi)	15,02 a	7,95 b	8,86 bc
SA (Biochar+pupuk kandang)	16,15 a	8,03 b	7,69 ab
SK (Biochar+kompos)	22,95 b	8,45 b	8,88 bc
BNT 5%	4,18	0,62	1,13

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada BNT 5%

Peningkatan kadar klorofil b (Tabel 2) menunjukkan kecenderungan yang sama dengan peningkatan klorofil a (Tabel 1). Pupuk kandang, kompos, dan biochar yang digunakan sendiri-sendiri maupun dicampur memberikan pengaruh residu terhadap kenaikan klorofil b tanaman pakcoy pada musim tanam ketiga. Sawi pakcoy sebagai tanaman semusim dengan helaian daun tipis dan berukuran besar tersusun dari selapis jaringan palisade. Struktur klorofil b berbeda dengan klorofil a karena klorofil a mempunyai penyulih metil, sedangkan klorofil b mempunyai gugus aldehida yang terikat di kanan atas cincin pirol (Harborne, 1987). Pembentukan klorofil b dimungkinkan dari klorofil a yang mengalami oksidasi gugus metil pada cincin ke-duanya menjadi gugus aldehid ataupun dimungkinkan dari senyawa porfirin yang dapat diubah menjadi klorofil a maupun b (Bonner & Varner, 1965).

Tabel 2. Pengaruh residu biochar dan pupuk organik terhadap klorofil b tanaman pakcoy di Entisol

Perlakuan	Klorofil b (mg/L) umur (hst)		
	14	35	45
Kontrol	8,43 a	4,10 a	4,36 a
A (Pupuk kandang ayam)	8,69 a	4,93 ab	5,83 b
K (Kompos)	12,30 b	7,40 c	5,81 b
S (Biochar sekam padi)	8,13 a	4,90 ab	5,62 b
SA (Biochar+pupuk kandang)	7,72 a	5,09 b	5,32 b
SK (Biochar+kompos)	8,72 a	5,31 b	6,18 b
BNT 5%	1,53	1,04	0,63

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada BNT 5%

*Klorofil total*

Residu biochar dan pupuk organik mampu meningkatkan klorofil total tanaman pakcoy pada

umur 35-45 hst sedangkan hasil klorofil total terendah dijumpai pada kontrol (Tabel 3). Pada akhir pengamatan, campuran biochar dan kompos menunjukkan jumlah klorofil total terbanyak. Hal ini menjelaskan ada sinergitas peranan unsur hara yang saling menguntungkan di antara bahan organik yang dikombinasikan dalam pembentukan klorofil total tanaman pakcoy. Hal ini berkaitan dengan kemampuan daun menangkap cahaya matahari yang terjadi pada bagian daun yang berwarna hijau. Morfologi daun yang lebar pada bayam hijau memungkinkan penangkapan cahaya yang optimal (Rahmi & Nadia, 2017). Demikian pula ketebalan daun dapat mempengaruhi klorofil yang terbentuk.

Tabel 3. Pengaruh residu biochar dan pupuk organik terhadap klorofil total tanaman pakcoy di Entisol

	Klorofil total (mg/L) umur (hst)		
	14	35	45
Kontrol	20,70 a	10,75 a	10,96 a
A (Pupuk kandang ayam)	23,94 a	13,14 b	14,54 bc
K (Kompos)	35,18 b	15,47 c	14,27 bc
S (Biochar sekam padi)	23,15 a	12,85 bc	14,48 bc
SA (Biochar+pupuk kandang)	23,87 a	13,12 b	13,01 b
SK (Biochar+kompos)	31,67 b	13,76 c	15,05 c
BNT 5%	4,61	1,31	1,29
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada BNT 5%			

#### Hasil tanaman pakcoy

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh yang nyata dari perlakuan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot segar taaman pakcoy (Tabel

4, 5, dan 6). Pupuk kandang, kompos, dan biochar yang digunakan tunggal maupun campuran telah memberi pengaruh residu yang sama terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan hasil tanaman pakcoy setelah dua tahun penerapan di Entisol. Pupuk kandang dan kompos berperan sebagai sumber hara N setelah mengalami dekomposisi dan mineralisasi. Kadar hara N dari pupuk kandang ayam dan kompos yang digunakan pada penelitian ini masing-masing sebesar 4,1% dan 2,6%. Hasil penelitian Prasetyo (2014) yang memanfaatkan sumber N dari berbagai pupuk kandang menunjukkan bahwa hasil cabai tertinggi dari perlakuan 90 ton/ha pupuk kandang sapi berbeda tidak nyata dengan 36 ton/ha pupuk kandang ayam. Penelitian Bachtiar *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pupuk kandang yang ditambahkan pada padi sawah telah meningkatkan hara N dari tanah. Kompos merupakan bahan organik yang telah terurai dan relatif stabil yang dihasilkan dari degradasi biologis yang aerobik (Paulin & O'Malley, 2008). Proses dekomposisi dan mineralisasi kompos menghasilkan bahan organik tanah dalam keadaan stabil. Menurut Djuarnani *et al.* (2004), hasil dekomposisi stabil pada kisaran 15 dari rasio C:N antara 20-30. Kondisi demikian baik bagi terbentuknya humus yang penting bagi peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun pakcoy. Bahan organik tanah sangat penting untuk kesuburan tanah dan mengurangi kehilangan unsur hara. Kesuburan tanah berhubungan dengan mineralisasi unsur hara yang terkandung dalam bahan organik, terutama nitrogen. Mineralisasi kompos berlangsung hingga musim tanam III sehingga masih dapat memberikan kontribusi N bagi pertumbuhan tanaman pakcoy. Limbong *et al.* (2014) melaporkan 500 g/polybag kompos memberikan hasil yang baik untuk tinggi tanaman.

Tabel 4. Pengaruh residu biochar dan pupuk organik terhadap tinggi tanaman pakcoy di Entisol

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm) umur (hst)				
	7	14	28	35	42
Kontrol	9,55	16,33 a	19,63 a	20,83 a	21,72 a
A (Pupuk kandang ayam)	9,22	16,81 a	21,96 c	21,89 ab	23,16 b
K (Kompos)	9,33	18,46 b	21,85 c	22,90 b	23,66 b
S (Biochar sekam padi)	8,59	16,27 a	21,28 bc	22,44 b	23,22 b
SA (Biochar+pupuk kandang)	9,27	18,01 b	20,43 ab	22,07 b	23,35 b
SK (Biochar+kompos)	9,68	18,05 b	21,75 c	23,59 c	24,38 b
BNT 5%		0,83	0,92	1,13	1,43
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada BNT 5%					

## KADAR KLOOROFIL DAN HASIL TANAMAN PAKCOY

Nitrogen masih tersedia di dalam tanah setelah panen dari musim tanam sebelumnya. Hal ini terbukti dari pertumbuhan dan kandungan klorofil tanaman pakcoy (Tabel 1-6), apalagi tanaman pakcoy tidak diberi pupuk N. Nitrogen juga dapat berasal dari kemampuan biochar untuk menahan  $N-NO_3^-$  agar tidak hilang melalui pencucian hara. Menurut Gani (2009), biochar memiliki sifat persisten di dalam tanah dan afinitas terhadap unsur hara tinggi. Penambahan bahan pembenah tanah pada musim tanam pertama dapat memberi pengaruh susulan pada musim tanam ketiga di Entisol. Bahan organik tanah dan sifat tanah dapat diperbaiki dengan pupuk organik maupun biochar setelah dua tahun aplikasi sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil pakcoy. Biochar dan pupuk organik pada masing-masing jenis tanah berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kadar bahan organik tanah dan porositas tanah, serta penurunan bobot isi tanah (Widowati *et al.*, 2020).

Bobot segar pakcoy saat panen (umur 45 hst). Penerapan pupuk organik dan biochar memberikan pengaruh positif terhadap ketersediaan nitrogen setelah dua tahun (Tabel 6). Unsur hara N yang tersisa dari hasil musim tanam I dan II masih berpengaruh nyata pada bobot segar sawi pakcoy. Perlakuan kompos dan biochar+pupuk kandang berbeda tidak nyata pada 35 hst, tetapi semua perlakuan pemberian biochar dan pupuk organik meningkatkan hasil pakcoy pada umur 45 hst. Penggunaan biochar secara tunggal meningkatkan hasil yang lebih rendah dibandingkan jika biochar dikombinasi dengan pupuk kandang maupun kompos. Hal ini berkaitan dengan tambahan kadar hara N yang dikandung oleh pupuk kandang maupun kompos. Pelepasan N dari pupuk organik masih berlangsung dalam jangka waktu yang lebih lama (Hartatik *et al.*, 2015). Hal ini menunjukkan ketersediaan N masih mencukupi kebutuhan N bagi tanaman pakcoy. Nitrogen yang tersedia diserap oleh tanaman untuk proses metabolisme tanaman seperti fotosintesis.

Tabel 5. Pengaruh residu biochar dan pupuk organik terhadap jumlah daun pakcoy di Entisol

Perlakuan	Jumlah daun (helai) umur (hst)				
	7	14	28	35	42
Kontrol	5,11	8,05	13,88 a	16,77 a	20,55 a
A (Pupuk kandang ayam)	4,66	7,78	14,33 a	18,00 b	21,89 b
K (Kompos)	4,33	7,66	15,77 b	19,44 c	24,22 b
S (Biochar sekam padi)	4,44	7,78	13,89 a	16,33 a	21,22 b
SA (Biochar+pupuk kandang)	4,89	8	15,22 b	19,89 c	23,66 b
SK (Biochar+kompos)	4,78	8,44	15,22 b	19,33 c	23,11 b
BNT 5%			0,77	0,98	1,2
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada BNT 5%					

Tabel 6. Pengaruh residu biochar dan pupuk organik terhadap bobot segar tanaman pakcoy

Perlakuan	Bobot segar (g) umur (hst)		
	14	35	45
Kontrol	18,00 a	159,00 a	168,33 a
A (Pupuk kandang ayam)	20,67 a	221,67 b	277,33 c
K (Kompos)	25,67 b	279,00 c	297,00 c
S (Biochar sekam padi)	19,33 a	198,67 ab	217,00 b
SA (Biochar+pupuk kandang)	24,67 b	283,00 c	314,67 c
SK (Biochar+kompos)	27,33 b	261,33 bc	278,33 c
BNT 5%	3,42	43,41	47,83
Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada BNT 5%			

Pemberian kompos dan pupuk kandang menghasilkan peningkatan karbon organik tanah, dan pemberian kompos yang paling efisien Bouajila & Sanaa, (2011). Selanjutnya disampaikan bahwa 120 ton/ha kompos dan pupuk kandang meningkatkan karbon organik tanah masing-masing (1,74 % dan 1,09%) jika dibandingkan dengan kontrol (0,69%). Hasil peningkatan bobot segar pakcoy dari pengaruh residu pada penelitian ini menunjukkan keberlanjutan media tanam Berbeda dengan hasil penelitian Muhammad *et al.* (2015) yang menunjukkan ada interaksi antara penggunaan biochar dan kompos terhadap peningkatan bobot basah tanaman kaylan pada musim tanam pertama.

## KESIMPULAN

Biochar dan pupuk organik yang diterapkan setelah dua tahun memberikan pengaruh residu terhadap penyediaan nitrogen untuk hasil tanaman pakcoy. Biochar dan kompos yang digunakan bersama dapat memberi pengaruh residu yang terbaik terhadap klorofil total tanaman sawi pakcoy.

## SANWACANA

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Tanah dan Agronomi Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, Malang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adugna, G. (2016). A review on impact of compost on soil properties, water use and crop productivity. *Academic Research Journal of Agricultural Science and Research*, 4(3), 93-104. DOI: <https://10.14662/ARJASR2016.010>.
- Atmaja, I. K. M., I Wayan, T., I Md. Anom S. Wijaya, (2017). Pengaruh perbandingan komposisi bahan baku terhadap kualitas kompos dan lama waktu pengomposan. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 5(1), 111-119.
- Bachtiar, T., Nur, R., Anggi, N.F., Sudono, S. & Ania, C. (2020). Pengaruh dan kontribusi pupuk kandang terhadap N total, serapan N (15N), dan hasil padi sawah (*Oryzae sativa* L.) Varietas Mira. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia Indonesian*, 21(1), 35-48. DOI: <https://10.17146/jstni.2020.21.1.5779>.
- Bonner, J. & Varner, J.C. (1965). *Plant Biochemistry*. Academic Press., New York.
- Bouajila, K. & Sanaa, M. (2011). Effects of organic amendments on soil physico-chemical and biological properties. *J. Mater. Environ. Sci*, 2(S1), 485-490.
- Brassard, P., Stéphane, G., Vicky, L., Joahnn, H. P. & Vijaya, R. (2019). *Biochar for soil amendment. Book: Char and Carbon Materials Derived from Biomass Production, Characterization and Applications*. Elsevier.
- Clough, T.J., Condon, L.M., Kammann, C. & Müller, C. (2013). A Review of biochar and soil Nitrogen dynamics. *Agronomy*, 3(3), 275-293. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy3020275>.
- Djuarnani, N., Kristian & Setiawan, B. (2004). *Cara Cepat Membuat Kompos*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Gani, A. (2009). Potensi arang hayati biochar sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*, 4(1), 33-48.
- Gao, S. & DeLuca, T.H. (2016). Influence of biochar on soil nutrient transformations, nutrient leaching, and crop yield. *Adv. Plants Agric. Res*, 4(5), 1-16. DOI: <https://10.15406/apar.2016.04.00150>.
- Harborne, J.B. (1987). *Phytochemical Methods*. Diterjemahkan oleh Padmawinata K dan Soediro I. Metode Fitokimia, Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Hartatik & Widowati. (2006). *Pupuk organik dan pupuk hayati*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Hartatik, W., Husnain & Widowati, L.R. (2015). Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2), 107 – 120.
- Jien, S.H., Chung-Chi, W., Chia-Hsing, L. & Tsung-Yu, L. (2015). Stabilization of organic matter by biochar application in compost-amended soils with contrasting pH values and textures. *Sustainability*, 7, 13317-13333. DOI: <https://10.3390/su71013317>.
- Limbong, B., Putri, L.A.P. & Kardhinata, E.H. (2014). Respon pertumbuhan dan produksi sawi hijau terhadap pemberian pupuk organik kascing. *J. Online Agroteknologi*, 2(4), 1485-1489.
- Muhammad, Darusman, Chairunnas. (2015). Aplikasi biochar, kompos dan urea terhadap beberapa sifat fisika tanah, pertumbuhan, dan hasil tanaman kaylan (brassica oleraceae). *Jurnal Ilmu Kebencanaan (JIKA) Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*, 2(4), 217-226.
- Munir, M. (1996). *Tanah-Tanah Utama di Indonesia, Karakteristik, Klasifikasi dan Pemanfaatannya*. Pustaka Jaya, Jakarta.
- Paulin, B. & O'Malley, P. (2008). *Compost production and use in horticulture*. Department of Agriculture and Food, Western Australia, Perth. Bulletin 4746.

- Prasetyo, R. (2014). Pemanfaatan berbagai sumber pupuk kandang sebagai sumber n dalam budidaya cabai merah (*Capsicum annum* L.) di tanah berpasir. *Planta Tropika Journal of Agro Science*, 2(2), 2-2.
- Rahmi & Nadia. (2017). Kandungan klorofil pada beberapa jenis tanaman sayuran sebagai pengembangan praktikum fisiologi tumbuhan. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas As Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Banda Aceh.
- Shenbagavalli, S. & Mahimairaja, S. (2012). Production and characterization of biochar from different biological wastes. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, (1), 197-201.
- Suryani, M. (2013). Perubahan sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman caisim (*Brassica juncea* L.) akibat pemberian biochar pada topsoil dan subsoil tanah Ultisol. Universitas Lampung, Lampung.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (1991). *Plant Physiology Mineral Nutrition*. The Benyamin/Cumming Publishing Company Inc., Tokyo.
- Tania, N., Astina & Budi, S. (2012). Pengaruh pemberian pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil jagung semi pada tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*, 1 (1), 10-15.
- Tomczyk, A., Sokolowska, Z. & Boguta, P. (2020). Biochar physicochemical properties: pyrolysis temperature and feedstock kind effects. *Environmental Science and BioTecnology*, 19, 191-215. DOI: <https://10.1007/s11157-020-09523-3>.
- Widowati, Asnah & Utomo, W.H. (2014). The use of biochar to reduce nitrogen and potassium leaching from soil cultivated with maize. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 2 (1), 211-218. DOI: <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2014.021.211>.
- Widowati, Astutik, Sumiati, A. & Wahyu, F. (2017). Residual effect of potassium fertilizer and biochar on growth and yield of maze in the second season. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 4(4), 881-889.
- Widowati, Sutoyo, Karamina, H. & Wahyu, F. (2020). Soil amendment impact to soil organic matter and physical properties on the three soil types after second corn cultivation. *AIMS Agriculture and Food*, 5(1), 150-168. DOI: <https://10.3934/agrfood.2020.1.150>.
- Wijanarko, A., Benito, H. P., Dja'far., S. & Didik, I. (2012). Pengaruh kualitas bahan organik dan kesuburan tanah terhadap mineralisasi nitrogen dan serapan N oleh tanaman ubikayu di Ultisol. *J.Perkebunan & Lahan Tropika*, 2(2), 1-14.
- Yadav, N.K., Vijay K., KR Sharma, Raj, S.C., Tejbir, S.B., Gobinder, S., Manoj, K. & Rakesh, K. (2018). Biochar and their impacts on soil properties and crop productivity: a review *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(4), 49-54.