

## Pengaruh Jenis Biochar dan Takaran Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Felix Nahak Berek<sup>a</sup> dan Eduardus Y. Neonbeni<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Timor, Kefamenanu, TTU – NTT, Indonesia.

<sup>b</sup> Fakultas Pertanian, Universitas Timor, Kefamenanu, TTU – NTT, Indonesia, email: ambeni02@gmail.com

### Article Info

#### Article history:

Received 8 Mei 2018

Received in revised form 20 Juni 2018

Accepted 28 Juli 2018

#### DOI:

<https://doi.org/10.32938/sc.v3i03.360>

#### Keywords:

Kacang Hijau

Biochar

Pupuk Kandang Sapi

### Abstrak

Penelitian bertujuan mendapatkan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial 3 x 3 yang diulang 3 kali. Faktor pertama adalah jenis biochar yang terdiri dari 3 aras yaitu tanpa biochar, biochar sekam padi, biochar serbuk gergaji, yang diberikan sebanyak 1,5%. Faktor kedua adalah takaran pupuk kandang sapi yang terdiri dari 3 aras yaitu tanpa pupuk kandang sapi, pupuk kandang sapi 1 t/ha, pupuk kandang sapi 3 t/ha. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2017 di lahan petani di Desa Lorotulus, Kecamatan Wewiku, Kabupaten Malaka, Nusa Tenggara Timur. Hasil menunjukkan tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau. Biochar serbuk gergaji meningkatkan bobot biji per tanaman dan bobot biji per hektar, takaran pupuk kandang sapi 1 t/ha meningkatkan bobot biji per hektar dan pupuk kandang sapi meningkatkan kadar lengas tanah, meningkatkan bobot biji bernas per tanaman maupun bobot biji per hektar.

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris, dimana masyarakatnya sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani. Berbagai produk di Indonesia merupakan hasil dari kegiatan pertanian, seperti pertanian tanaman pangan yang menjadi komoditas penting untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan selebihnya dipasarkan, baik di pasaran domestik maupun diekspor. Kacang hijau (*Vigna radiata* L.) sebagai salah satu jenis tanaman pangan penting di Indonesia sangat strategis karena lebih esensial dibutuhkan oleh masyarakat sebagai bahan pangan yang kaya akan protein nabati. Oleh karena itu kebutuhan akan kacang hijau terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dan perkembangan industri pangan. Selain itu, kebutuhan akan daging dan telur juga terus meningkat, menyebabkan sebagian produk pangan termasuk kacang hijau harus diupayakan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri pakan.

Hingga saat ini produksi kacang hijau belum mampu memenuhi kebutuhan pangan dan pakan. Menurut Kementerian Pertanian, (2012), salah satu penyebabnya adalah permintaan yang terus meningkat untuk konsumsi dan industri olahan. Di sisi lain produktivitas kacang hijau masih rendah dan luas lahan produksi pun semakin terbatas. Rendahnya produktivitas kacang hijau masih terkendala karena petani belum memahami teknik budidaya yang tepat, terutama yang berhubungan dengan kondisi tanah yang berbeda-beda di setiap tempat dan semakin sulit karena kondisi iklim di daerah semi arid seperti di wilayah Timor Barat. Hal ini memerlukan masukan inovasi dan teknologi yang tepat, terutama untuk memperbaiki kondisi tanah yang lebih cepat kering karena temperatur yang tinggi dan dapat meningkatkan kesuburannya.

Salah satu teknologi pengelolaan lahan kering yang dapat digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan kesuburan tanah adalah pemupukan dengan pupuk organik, seperti pupuk kandang sapi. Pupuk organik terutama pupuk kandang sapi digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Setyamidjaja, 1986). Hasil penelitian Harjoso & Taufik, (2016) membuktikan bahwa penggunaan pupuk organik mampu meningkatkan hasil pada berbagai varietas kacang hijau, dimana pupuk organik yang mampu meningkatkan hasil adalah pupuk kandang ayam dan pupuk bokashi rumen sapi. Hasil penelitian Usboko dkk., (2017) juga membuktikan bahwa pengaruh pupuk kandang terhadap kadar lengas tanah tertinggi pada dosis 5 t/ha tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 10 dan 15 t/ha.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian di atas, kebutuhan pupuk kandang sapi secara kuantitas masih cukup tinggi, antara 5 sampai 10 t/ha. Bahkan beberapa penelitian sebelumnya merekomendasikan jumlah yang lebih banyak lagi. Sangatanan & Sangatanan, (1989) merekomendasikan jumlah pupuk kandang sebanyak 15 – 90 ton/ha tergantung jenis tanaman dan pertumbuhan tanaman. Hal ini masih menjadi kendala bagi masyarakat untuk menyediakannya sekalipun ketersediaan pupuk kandang sapi relatif lebih mudah diperoleh dibandingkan jenis pupuk kandang lain. Oleh karena itu perlu dicoba pemberian pupuk kandang sapi pada takaran yang lebih rendah, terutama untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau di lahan kering, seperti di sebagian daerah dataran rendah kabupaten Malaka, khususnya di desa Lorotulus, Wanibesak.

Masyarakat di desa Lorotulus, kecamatan Wewiku dan di sebagian besar wilayah kabupaten Malaka biasanya menanam kacang hijau di akhir musim hujan, yakni di bulan Mei. Pemilihan waktu tanam di akhir musim hujan adalah untuk menghindari kekurangan polong akibat limpasan air hujan pada saat berbunga menyebabkan gugurnya bunga dan busuknya biji atau berkecambahnya biji pada saat polong telah kering. Namun sering terjadi gagal panen karena berkurangnya kelengasan tanah dan hara tanah. Oleh karena itu diperlukan juga teknologi yang tepat terutama untuk mendukung upaya pemanfaatan air tanah secara lebih efisien dan peningkatan daya ikat tanah terhadap air, seperti menggunakan biochar. Naimnule, (2016), menyatakan bahwa budidaya kacang

hijau yang menggunakan arang sekam dan pupuk kandang dengan takaran masing-masing 5 t/ha dapat memperbaiki kondisi tanah dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Biochar merupakan produk pirolisis yang dihasilkan dari proses pembakaran dari bahan baku tertentu dengan suhu 300 – 600°C dengan suplai oksigen terbatas dan atau tanpa oksigen sama sekali. Biochar berperan dalam perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Biochar memainkan peran lain sebagai tempat berkumpul dan rumah tinggal mikroorganisme terutama bakteri. Selain itu biochar juga dapat mengabsorpsi polutan seperti logam-logam berat, mineral termasuk unsur-unsur hara di tanah-tanah tropika yang daya ikat haranya rendah dan rentan terhadap pelindian hara (Ventura dkk., 2013) serta dapat meningkatkan kapasitas tanah mengikat air. Penggunaan biochar sekam padi pada tanah-tanah vertisol belum menunjukkan hasil yang meningkat untuk budidaya tanaman kacang hijau. Penelitian Berek dkk., (2016), membuktikan bahwa aplikasi biochar di tanah vertisol belum dapat meningkatkan hasil Kacang hijau. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kurangnya unsur hara dalam biochar dan tingkat kelembaban tanah yang tinggi sehingga menyebabkan tanaman terserang hama dan penyakit, menyebabkan produksinya rendah.

Penggunaan pupuk kandang sapi yang merupakan salah satu jenis pupuk organik yang cukup lengkap nutrisinya dapat memperkaya nutrisi dalam biochar. Pupuk kandang sapi dapat digunakan untuk semua jenis tanaman yang dibudidayakan, termasuk kacang hijau. Takaran yang tepat untuk aplikasi pupuk kandang sapi yang dikombinasikan dengan jenis biochar pada takaran yang lebih rendah dari 5 t/ha belum diketahui pengaruhnya secara lengkap, terutama terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau.

Berdasarkan beberapa uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil yang maksimal dari tanaman kacang hijau.

### 2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Lorotulus, Kecamatan Wewiku Kabupaten Malaka, pada bulan Mei sampai dengan November 2017. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) terdiri dari 3 x 3 yang diulang tiga kali. Faktor pertama adalah jenis biochar (B) yang terdiri dari tiga aras yaitu: tanpa biochar (B<sub>0</sub>), biochar sekam padi (B<sub>1</sub>), biochar serbuk gergaji (B<sub>2</sub>). Faktor kedua adalah takaran pupuk kandang sapi (P) yang terdiri dari 3 aras yaitu tanpa pupuk kandang sapi (P<sub>0</sub>), pupuk kandang sapi 1 t/ha (P<sub>1</sub>), pupuk kandang sapi 3 t/ha (P<sub>2</sub>), sehingga terdapat 9 kombinasi perlakuan dari 27 unit perlakuan.

Beberapa tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini yaitu: pembuatan biochar, persiapan lahan penelitian, inkubasi, penanaman, pemeliharaan, dan panen. Pembuatan biochar menggunakan bahan baku biochar berupa limbah serbuk gergaji akan dikumpulkan dari tempat penggergajian kayu dan atau mebel terdekat sekitar lahan penelitian. Pembuatan biochar dengan cara pembakaran bahan baku pada suhu pembakaran sekitar 400°C. Setelah dibakar, disiram air hingga apinya mati kemudian dixerinkan. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, maka ada beberapa parameter yang di amati yakni suhu tanah, kadar lengas tanah, ph tanah, daya hantar listrik tanah, berat volume tanah, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang akar, total bintil akar, luas daun, jumlah bintil akar per tanaman, berat kering bintil akar, berat kering akar, berat kering daun, berat kering tajuk, jumlah polong per tanaman, jumlah total polong per petak, jumlah biji bernas per tanaman, jumlah total biji bernas petak, berat biji bernas tanaman, berat total biji bernas per petak, berat kering berangkas, dan indeks panen.

Data hasil pengamatan kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam rancangan acak kelompok (RAK) faktorial. Rata-rata perlakuan selanjutnya diuji lanjut dengan menggunakan Tukey test atau HSD dengan tingkat signifikansi 5%

sesuai petunjuk Gomez & Gomez, (1984). Analisis data menggunakan program SAS 9.1.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Suhu Tanah

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter pengamatan suhu tanah yang diukur saat 28 HST. Faktor tunggal jenis biochar menghasilkan suhu tanah yang berbeda nyata antara kontrol dengan pemberian biochar, dimana pemberian biochar berpengaruh mengurangi suhu tanah. Sedangkan perlakuan faktor tunggal takaran pupuk kandang sapi 3 t/ha menghasilkan suhu tanah lebih rendah dari takaran 1 t/ha dan berbeda sangat nyata dengan kontrol pada umur tanaman 28 HST.

Tabel 1. Suhu Tanah (°C)

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	38,32	38,65	39,31	38,76 a
Sekam Padi	39,22	37,05	36,49	37,59 b
Serbuk Gergaji	36,83	39,64	35,73	37,40 b
Rerata	38,12 a	38,45 a	37,18 b	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

#### 3.2 Kadar Lengas Tanah

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter pengamatan kadar lengas tanah yang diukur saat 28 HST. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar aras perlakuan baik pada perlakuan jenis biochar maupun pada takaran pupuk kandang sapi, tetapi kadar lengas lebih tinggi pada penambahan takaran pupuk kandang sapi 1 t/ha dan pada jenis biochar serbuk gergaji.

Tabel 2. Kadar Lengas Tanah (%)

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	20,77	23,27	19,45	21,16 a
Sekam Padi	17,92	27,33	24,53	23,26 a
Serbuk Gergaji	22,34	31,57	30,97	28,29 a
Rerata	20,34 a	27,39 a	24,94 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

#### 3.3 Berat Volume Tanah

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter pengamatan berat volume tanah yang diukur saat 28 HST. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar aras perlakuan baik pada perlakuan jenis biochar maupun pada takaran pupuk kandang sapi.

Tabel 3. Berat Volume Tanah (g/cm<sup>3</sup>)

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	1,61	1,31	1,35	1,42 a
Sekam Padi	1,59	1,42	1,41	1,47 a
Serbuk Gergaji	1,34	1,29	1,38	1,34 a
Rerata	1,51 a	1,34 a	1,38 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

#### 3.4 PH Tanah

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter pengamatan pH tanah yang diukur saat 28 HST. Faktor tunggal jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar aras perlakuan baik pada perlakuan jenis biochar maupun pada takaran pupuk kandang sapi.

Tabel 4. PH Tanah

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	7,34	7,48	7,35	7,39 a
Sekam Padi	7,42	7,60	7,33	7,45 a
Serbuk Gergaji	7,76	7,49	7,37	7,54 a
Rerata	7,51 a	7,52 a	7,35 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor

#### 3.5 Daya Hantar Listrik

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter pengamatan daya hantar listrik yang diukur saat 28 HST. Faktor tunggal jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar aras perlakuan baik pada perlakuan jenis biochar maupun pada takaran pupuk kandang sapi.

Tabel 5. Daya Hantar Listrik ( $\mu$ /cm)

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	1124,7	968,0	754,3	949,00 a
Sekam Padi	1046,3	900,3	1205,0	1050,56 a
Serbuk Gergaji	1034,0	861,0	1012,7	969,22 a
Rerata	1068,33 a	909,78 a	990,67 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

#### 3.6 Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter pengamatan tinggi tanaman. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar aras perlakuan baik pada perlakuan jenis biochar maupun pada takaran pupuk kandang sapi.

Tabel 6. Tinggi Tanaman (cm)

Waktu	Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
		0	1	3	
21 HST	Tanpa Biochar	8,32	8,65	8,10	8,36 a
	Sekam Padi	8,98	9,68	9,60	9,42 a
	Serbuk Gergaji	8,77	7,38	9,63	8,59 a
	Rerata	8,69 a	8,57 a	9,11 a	(-)
35 HST	Tanpa Biochar	17,93	18,02	16,91	17,62 a
	Sekam Padi	17,08	19,14	19,72	18,65 a
	Serbuk Gergaji	19,00	15,53	20,71	18,41 a
	Rerata	18,00 a	17,56 a	19,11 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

#### 3.7 Diameter Batang

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter pengamatan diameter batang. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar aras perlakuan baik pada perlakuan jenis biochar maupun pada takaran pupuk kandang sapi.

Tabel 7. Diameter Batang (cm)

Waktu	Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
		0	1	3	
21 HST	Tanpa Biochar	0,15	0,12	0,12	0,13 a
	Sekam Padi	0,15	0,11	0,12	0,13 a
	Serbuk Gergaji	0,14	0,14	0,13	0,13 a
	Rerata	0,15 a	0,12 a	0,13 a	(-)
35 HST	Tanpa Biochar	0,37	0,50	0,42	0,43 a
	Sekam Padi	0,41	0,41	0,44	0,42 a
	Serbuk Gergaji	0,55	0,32	0,45	0,44 a
	Rerata	0,44 a	0,41 a	0,43 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

#### 3.8 Jumlah Tangkai Daun

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan terhadap parameter pengamatan jumlah daun. Faktor tunggal perlakuan jenis biochar tidak berbeda nyata dari awal pengamatan sampai akhir pengamatan. Faktor tunggal jenis pupuk menunjukkan bahwa awal pengamatan tidak terjadi beda nyata tetapi pada pengamatan 35 HST menunjukkan bahwa pengaruh takaran pupuk kandang sapi 3t/ha menghasilkan daun tanaman terbanyak berbeda nyata di banding perlakuan lainnya. Sedangkan faktor tunggal jenis biochar yang menghasilkan daun terbanyak adalah serbuk gergaji. ( [Tabel 8.](#)).

#### 3.9 Jumlah Bintil Akar per Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap jumlah bintil akar per tanaman yang diukur saat 46 HST. Faktor tunggal jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata pada masing-masing level ( [Tabel 9.](#)).

Tabel 8. Jumlah Tangkai Daun

Waktu	Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
		0	1	3	
21 HST	Tanpa Biochar	3,56	3,60	3,66	3,61 a
	Sekam Padi	3,80	3,80	4,06	3,88 a
	Serbuk Gergaji	3,70	3,36	9,63	3,65 a
	Rerata	3,68 a	3,58 a	3,87 a	(-)
35 HST	Tanpa Biochar	7,20	6,96	7,32	7,16 a
	Sekam Padi	6,99	7,65	7,63	7,42 a
	Serbuk Gergaji	7,20	6,83	8,06	7,36 a
	Rerata	7,13 a	7,15 a	7,67 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

Tabel 9. Jumlah Bintil Akar per Tanaman

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	203,8	49,92	35,75	96,25 a
Sekam Padi	38,67	79,33	79,58	65,86 a
Serbuk Gergaji	40,50	61,25	90,00	63,92 a
Rerata	94,08 a	63,50 a	68,44 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.10 Berat Kering Akar

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan jenis pupuk kandang sapi terhadap berat kering akar yang diukur saat 46 HST. Faktor tunggal perlakuan jenis biochar maupun takaran pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata pada masing-masing level.

Tabel 10. Berat Kering Akar

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	2,15	1,55	1,95	1,88 a
Sekam Padi	1,66	2,18	4,77	2,87 a
Serbuk Gergaji	2,97	3,48	2,63	3,03 a
Rerata	2,26 a	2,40 a	3,12 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.11 Berat Kering Daun

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter berat kering daun yang diukur saat 28 HST. Perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi tidak terjadi beda nyata antara level.

Tabel 11. Berat Kering Daun (g)

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	21,56	11,62	17,33	16,84 a
Sekam Padi	14,79	20,36	19,57	18,24 a
Serbuk Gergaji	15,29	18,64	21,13	18,35 a
Rerata	17,21 a	16,87 a	19,34 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.12 Berat Kering Tajuk

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter berat kering tajuk yang diukur saat 28 HST. Perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi tidak terjadi beda nyata antara level perlakuan.

Tabel 12. Berat Kering Tajuk (g)

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	31,26	18,98	26,61	25,62 a
Sekam Padi	21,98	32,00	30,26	28,08 a
Serbuk Gergaji	24,76	29,95	34,61	29,77 a
Rerata	26,00 a	26,98 a	30,49 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.13 Panjang Akar

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter pengamatan panjang akar yang diukur saat 28 HST. Hasil uji lanjut DMRT menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar aras perlakuan baik pada perlakuan jenis biochar maupun pada takaran pupuk kandang sapi.

Tabel 13. Panjang Akar (cm)

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	25,08	26,74	24,30	25,37 a
Sekam Padi	26,17	25,09	30,04	27,10 a
Serbuk Gergaji	31,62	23,91	24,08	26,54 a
Rerata	27,62 a	25,25 a	26,14 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.14 Luas Daun

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap luas daun yang diukur saat 28 HST. Faktor tunggal jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata di antara masing-masing level perlakuan.

Tabel 14. Luas daun

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	162,02	232,93	154,10	183,02 a
Sekam Padi	171,53	263,14	159,08	197,92 a
Serbuk Gergaji	178,96	168,48	165,64	171,03 a
Rerata	170,84 a	221,52 a	159,61 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.15 Jumlah Polong per Tanaman

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan pada pengamatan jumlah polong pertanaman. Faktor tunggal perlakuan jenis biochar serbuk gergaji menghasilkan jumlah polong terbanyak yang berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan faktor tunggal takaran pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata pada setiap aras perlakuan.

Tabel 15. Jumlah Polong per Tanaman

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	1,33	2,00	2,33	1,88 b
Sekam Padi	2,00	3,66	2,00	2,55 ab
Serbuk Gergaji	3,66	3,33	3,33	3,44 a
Rerata	2,33 a	3,00 a	2,55 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.16 Jumlah Total Polong Per Petak

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara faktor perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap pengamatan jumlah total polong per petak. Faktor tunggal perlakuan jenis biochar tidak berbeda nyata antara level perlakuannya, yang menghasilkan jumlah polong terbanyak adalah arang serbuk gergaji. Sedangkan faktor tunggal takaran pupuk kandang sapi yang menghasilkan polong terbanyak adalah pupuk kandang sapi dengan takaran 1t/ha, meskipun tidak berbeda nyata dengan takaran 3t/ha tetapi berbeda nyata dengan kontrol.

Tabel 16. Jumlah Total Polong per Petak

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	31,33	52,00	63,67	49,00 a
Sekam Padi	62,00	133,33	58,00	84,44 a
Serbuk Gergaji	69,67	66,00	90,00	75,22 a
Rerata	54,33 a	83,78 a	70,56 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.17 Jumlah Biji Bernas per Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap jumlah biji bernas pertanaman. Faktor tunggal jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata di antara masing-masing level, namun jumlah biji bernas pertanaman terbanyak terdapat pada pupuk kandang sapi 3 t/ha dan arang serbuk gergaji.

Tabel 17. Jumlah Biji Bernas per Tanaman

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	5,76	7,03	7,10	6,63 a
Sekam Padi	3,40	21,60	4,30	9,76 ab
Serbuk Gergaji	17,10	19,96	16,66	17,91 a
Rerata	8,75 a	9,35 a	16,20 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.18 Jumlah Total Biji Bernas per Petak

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap jumlah total biji per petak. Faktor tunggal jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata di antara masing-masing level perlakuan.

Tabel 18. Jumlah Total Biji Bernas per Petak

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	241,3	341,3	504,0	362,2 a
Sekam Padi	490,3	1034,7	392,0	639,0 a
Serbuk Gergaji	551,0	589,3	728,3	622,9 a
Rerata	427,6 a	655,1 a	541,4 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.19 Berat Biji Bernas per Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap berat biji bernas tanaman. Faktor tunggal jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata di antara masing-masing level, namun berat biji bernas terberat terdapat pada pupuk kandang sapi 1t/ha dan arang serbuk gergaji.

Tabel 19. Berat Biji Bernas per Tanaman

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	0,42	0,64	0,54	0,53 b
Sekam Padi	0,43	1,65	0,48	0,85 ab
Serbuk Gergaji	1,15	1,11	1,22	1,16 a
Rerata	0,67 a	1,13 a	0,75 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.20 Berat Total Biji Bernas per Petak

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap berat biji bernas total. Faktor tunggal jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi tidak berbeda nyata di antara masing-masing level perlakuan.

Tabel 20. Berat Total Biji Bernas per Petak

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	10,87	15,59	17,86	14,87 a
Sekam Padi	18,52	49,42	15,07	27,66 a
Serbuk Gergaji	25,52	27,04	28,87	27,14 a
Rerata	18,30 a	30,38 a	20,59 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.21 Berat Berangkas

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter berat berangkas. Perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi tidak terjadi beda nyata antara level perlakuan.

Tabel 21. Berat Berangkas

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	418,62	376,25	540,62	445,82 a
Sekam Padi	372,14	365,33	453,05	396,84 a
Serbuk Gergaji	355,61	339,90	413,87	369,79 a
Rerata	382,13 a	360,49 a	469,84 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.22 Indeks Panen

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi terhadap parameter pengamatan indeks panen. Faktor tunggal jenis biochar menghasilkan indeks panen yang tidak berbeda nyata sedangkan pupuk kandang sapi menghasilkan indeks panen tertinggi pada takaran pupuk kandang sapi 1 kg, berbeda nyata dengan tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Tabel 22. Indeks Panen

Jenis Biochar	Takaran Pupuk Kandang Sapi (t/ha)			Rerata
	0	1	3	
Tanpa Biochar	4,16	9,57	5,79	6,50 a
Sekam Padi	5,65	12,44	5,20	7,76 a
Serbuk Gergaji	13,84	8,99	8,36	10,36 a
Rerata	7,89 a	10,30 a	6,45 a	(-)

Keterangan: Angka pada kolom dan baris diikuti huruf sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata ( $\alpha$ ) 5 % menurut uji DMRT; (-): Tidak terjadi interaksi antar faktor.

### 3.23 Pembahasan

Penelitian lapangan dengan dua faktor perlakuan yakni jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi yang telah diamati pengaruhnya terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil kacang hijau namun tidak terjadi interaksi antara kedua perlakuan tersebut. Pemberian biochar dan pupuk kandang sapi menurunkan suhu tanah (Tabel 1.) dan meningkatkan kadar lengas tanah (Tabel 2.). Hal ini berarti penambahan biochar dapat menurunkan suhu tanah, sebagai akibat meningkatnya daya ikat air di dalam tanah. Menurut Komarayati *dkk.*, (2013), biochar memiliki kemampuan memperbaiki kualitas tanah baik secara fisik, kimia maupun biologi tanah. Arang digunakan sebagai pembenah tanah, karena pori tanah berfungsi sebagai tandon air, hara dan rumah bagi mikroorganisme tanah. Selanjutnya dikatakan bahwa biochar akan melepaskan air dan hara sesuai dengan kebutuhan tanaman. Gani, (2010), biochar juga sebagai sumber bahan utama untuk konservasi bahan organik di dalam tanah. Penambahan pupuk kandang sapi ke dalam lahan pertanian juga dapat menurunkan suhu tanah dan meningkatkan kadar lengas tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tambunan *dkk.*, (2014), bahwa bahan organik memiliki peran untuk menjaga kelembaban tanah, menstabilkan suhu tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, menyediakan unsur hara dan menjadi penawar sifat racun dari aluminium dan besi.

Faktor tunggal jenis biochar dan pupuk kandang sapi berpengaruh meningkatkan pertumbuhan kacang hijau, ditunjukkan pada hasil pengamatan tinggi tanaman pada 35 HST, (Tabel 6.), jumlah tangkai daun (Tabel 8.), berat kering akar (Tabel 10.), berat kering daun (Tabel 11.) dan berat kering tajuk (Tabel 12.) panjang akar (Tabel 13.) Hal ini berarti bahwa penggunaan biochar dapat mengikat dan menyimpan unsur hara secara lebih baik dalam tanah sehingga dapat memenuhi kebutuhan tanaman mulai dari masa pertumbuhan kacang hijau sampai pada fase generatifnya. Berdasarkan penelitian Nurida & Rachman, (2012), formulasi biochar dapat berperan sebagai suatu pembenah tanah yang memacu pertumbuhan tanaman dengan menyuplai dan menahan hara, di samping berbagai peran lainnya yang dapat memperbaiki sifat-sifat fisika dan biologi tanah. Dengan penambahan pupuk kandang sapi yang mengandung semua hara makro dan mikro semakin memperbaiki kimia tanah, aerasi tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air, kapasitas tukar kation sehingga hara yang terdapat di dalam tanah mudah tersedia bagi tanaman. Selain itu mencegah hilangnya hara (pupuk) dari dalam tanah karena pencucian oleh air hujan atau air irigasi dan mengandung hormon pertumbuhan yang dapat memacu pertumbuhan tanaman.

Pemberian biochar dan pupuk kandang sapi memberikan perubahan pada tanah. Data pengamatan pH tanah menunjukkan bahwa faktor tunggal jenis biochar dan pupuk kandang sapi berpengaruh pada pengamatan pH tanah yaitu tanpa biochar nilainya 7.39 dan ketika ditambahkan biochar sekam padi nilainya berubah menjadi 7.42, dan 7.76 pada biochar serbuk gergaji. Untuk pemberian pupuk kandang sapi nilainya meningkat menjadi 7.48 pada pemberian 1 ton/ha dan 7.35 untuk pemberian 3 ton/ha. Peningkatan nilai ini menunjukkan adanya peningkatan nilai derajat keasaman (pH) yang sedikit lebih tinggi dari syarat tumbuh kacang hijau, namun masih dalam rentang pH optimal untuk tersedianya unsur hara makro. Hal ini sesuai pernyataan Sutedjo (2002) dalam Mulyadi, (2012), bahwa unsur hara makro tersedia dalam jumlah yang optimal pada kisaran pH 6,5 - 7,5 atau mendekati netral. Seperti unsur hara P tersedia dalam jumlah banyak pada kisaran pH 6, 5-8 dan 9-10.

Aplikasi biochar dan pupuk kandang sapi juga mempengaruhi pembentukan jumlah bintil akar per tanaman. Jumlah bintil akar untuk perlakuan tanpa biochar nilainya 203.8 dan ketika ditambahkan biochar sekam padi nilainya menurun menjadi 38.67 dan 40.50 pada biochar serbuk gergaji. Pada perlakuan pemberian pupuk kandang sapi nilainya menurun menjadi 49.92 pada pemberian 1 ton/ha dan 35.75 untuk pemberian 3 ton/ha, berbeda nyata dengan tanpa biochar. Ini menunjukkan bahwa pemberian biochar dan pupuk kandang berpengaruh pada media. Penurunan jumlah bintil akar tersebut kemungkinan disebabkan penambahan biochar dan pupuk kandang sudah meningkatkan ketersediaan unsur hara Nitrogen dalam tanah. Biochar memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi lebih memberi peluang pada pengikatan N lebih banyak di dalam tanah. Ditambah lagi N dari pupuk kandang sapi yang

ditambahkan semakin memperkaya nitrogen di dalam tanah. Dengan demikian tanpa bintil akar yang banyak pun pertumbuhan tanaman dapat berlangsung dengan baik karena nitrogen dan unsur hara lainnya cukup tersedia bagi kebutuhan tanaman. Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian Mulyadi, (2012) yang membuktikan bahwa perlakuan legin, pupuk NPK (15:15:15) dan urea meningkatkan Jumlah dan berat kering bintil akar efektif, tetapi bila kadar pupuk ditingkatkan terjadi penurunan jumlah dan berat kering bintil akar efektif. Dikatakan pula bahwa Pemberian N yang berlebihan akan meningkatkan N tersedia dalam tanah. Hal ini akan mempengaruhi jumlah dan berat bintil akar. Menurut Sutedjo *et al.* (1991) dan Marschner (1995) dalam Mulyadi, (2012), nitrogen dalam tanah umumnya dalam bentuk nitrat. Pemberian N yang berlebihan akan mempengaruhi proses fiksasi N oleh Rhizobium. Nitrat mempunyai kemampuan dalam meniadakan perubahan bentuk rambut-rambut akar yang diperlukan bagi masuknya bagi bakteri, jadi mereduksi jumlah nodul dan mempengaruhi kegiatan nodula-nodula yang telah terbentuk dengan mereduksi volume jaringan bakteri dan dengan mempengaruhi keseimbangan karbohidrat dan nitrogen dalam tanaman.

Penggunaan biochar dan pupuk kandang sapi juga berpengaruh terhadap peningkatan hasil berupa jumlah total polong per petak (Tabel 16.) dan jumlah total biji bernas per petak (Tabel 18.) Peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman tersebut berhubungan dengan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Suwdani & Nurtika, (1997) yang menyatakan bahwa pupuk organik akan memberikan hasil budidaya tanaman yang rendah apabila diberikan dengan konsentrasi tinggi. Menurut Humadi (2007), tanaman mempunyai batas tertentu terhadap konsentrasi unsur hara. Terhambatnya pertumbuhan daun disebabkan karena penimbunan zat hara oleh daun menyebabkan air daun terserap menuju timbunan unsur hara sehingga daun menjadi rusak seperti terbakar. Hal ini berarti, dengan rusaknya daun maka fotosintat yang dihasilkan berkurang karena tanaman tidak dapat mengefisienkan penangkapan energi cahaya matahari untuk fotosintesis secara normal. Akibatnya hasil tanaman kacang hijau menjadi rendah akibat pemberian biochar dan pupuk kandang yang tinggi yang ditandai dari menurunnya pada pengamatan jumlah total biji bernas per petak (Tabel 18.) berat total biji bernas per petak (Tabel 20.) indeks panen (Tabel 22.) Kenyataan tersebut di atas sesuai dengan pendapat Setyamidjaja, (1986) bahwa untuk mendapatkan efisiensi pemupukan yang optimal, pupuk harus diberikan dalam jumlah yang mencukupi kebutuhan tanaman, tidak terlalu banyak atau tidak terlalu sedikit. Bila pupuk diberikan terlalu banyak, larutan tanah akan terlalu pekat sehingga akan mengakibatkan keracunan pada tanaman sebaliknya, jika pupuk diberikan terlalu sedikit, pengaruh pemupukan pada tanaman mungkin tidak akan tampak.

#### 4. Simpulan

Tidak terjadi interaksi antara perlakuan jenis biochar dan takaran pupuk kandang sapi. Biochar sekam padi meningkatkan bobot biji per tanaman dan bobot biji per hektare. Takaran pupuk kandang sapi 1 t/ha meningkatkan bobot biji per hektare. Pemberian biochar dan pupuk kandang sapi meningkatkan bobot biji bernas per tanaman maupun bobot biji bernas per petak.

#### Pustaka

- Berek, A.K., Neonbeni, E.Y. & Taolin, R.I.C.O. 2016. *Pemamfaatan Biochar dan Jenis Pupuk Organik untuk Meningkatkan Produktivitas Tanah dan Tanaman Palawija di Lahan Kering*.
- Gani, A. 2010. Multiguna arang-hayati biochar. *Sinar Tani Edisi*, 13–19.
- Gomez, K.A. & Gomez, A.A. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. New York: John Wiley & Sons.
- Harjoso, T. & Taufik, T. 2016. Aplikasi pupuk organik terhadap hasil kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di ultisol. *Kultivasi*, 15(3): 159–163.
- Kementerian Pertanian 2012. Kacang Hijau. *Buletin Direktorat Budidaya Aneka Kacang dan Umbi*.
- Komarayati, S., Gusmailina, G. & Pari, G. 2013. Arang Dan Cuka Kayu: Produk Hasil Hutan Bukan Kayu Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Dan Serapan Hara Karbon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(1): 49–62.
- Mulyadi, A. 2012. Pengaruh pemberian legin, pupuk NPK (15: 15: 15) dan urea pada tanah gambut terhadap kandungan N, P total pucuk dan bintil akar kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). *Jurnal Kaunia*, 8(1): 21–29.
- Naimnule, M.A. 2016. Pengaruh Takaran Arang Sekam dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Savana Cendana*, 1(04): 118–120.
- Nurida, N.L. & Rachman, A. 2012. Alternatif pemulihan lahan kering masam terdegradasi dengan formula pembenah tanah biochar di Typic Kanhapludults Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi*. hlm.639–648.
- Sangatanan, P.D. & Sangatanan, R.L. 1989. *Organic Farming*. Ilo-Ilo, Philippines: Cagayen de Oro.
- Setyamidjaja, D. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. Jakarta: CV. Simplex.
- Suwdani & Nurtika 1997. Pengaruh Pupuk Cair Biokimia “Sari Humus” pada Tanaman Kubis. *Buletin penelitian hortikultura*, 15(20): 213–218.
- Tambunan, S., Handayanto, E. & Siswanto, B. 2014. Pengaruh aplikasi bahan organik segar dan biochar terhadap ketersediaan P dalam Tanah di lahan kering Malang Selatan. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1(1): 89–98.

- Usboko, A., Lelang, M.A. & Neonbeni, E.Y. 2017. Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Savana Cendana*, 2(04): 62–64.
- Ventura, M., Sorrenti, G., Panzacchi, P., George, E. & Tonon, G. 2013. Biochar reduces short-term nitrate leaching from a horizon in an apple orchard. *Journal of environmental quality*, 42(1): 76–82.