

**PENGARUH PEMBERIAN PUPUK ORGANIK DAN BIOCHAR TERHADAP  
PERTUMBUHAN TANAMAN KACANG NASI (*Vigna umbellata*)**

***THE EFFECT OF ORGANIC FERTILIZER AND BIOCHAR ON THE GROWTH OF RICE  
BEANS (*Vigna umbellata*)***

<sup>1</sup>Magdalena Sunarty Pareira<sup>2</sup>, Kristina Irnasari Naikofi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Sains Dan Kesehatan, Universitas  
Timor

**ABSTRACT**

*This research aims to determine the effect of the best organic fertilizer and its response and interaction in applying organic fertilizer and biochar on the growth of rice bean plants. This study used a completely randomized design (CRD) with two factors consisting of 6 levels and 3 replications. factors namely the first factor of organic fertilizer namely: control (P0), guano 15 tons/ha (P1), and cow dung 15 tons/ha (P2). The second factor is biochar (B) namely 5 tons/ha (B2), 10 tons/ha (B3), and 15 tonnes/ha (B5). The results of the research showed that applying 15 tons/ha of guano fertilizer and 10 tons/ha of biochar had an authentic influence on the growth parameters of plant height, number of leaves, and stem diameter. The type of fertilizer, sometimes cattle 15 tons/ha and biochar 15 tons/ha, significantly affects plant height and stem diameter parameters.*

*Keywords: Guano fertilizer, manure, biochar*

**INTISARI**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk organik yang terbaik dan respon serta interaksinya pada aplikasi pupuk organik dan biochar terhadap pertumbuhan tanaman kacang nasi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor yang terdiri dari 6 taraf dan 3 ulangan. faktor yakni faktor pertama pupuk organik yakni : kontrol (P0), guano 15 ton/ha (P1) dan kotoran sapi 15 ton/ha (P2). Faktor kedua biochar (B) yakni 5 ton/ha ( B2), 10 ton/ha (B3) dan 15 ton/ha (B5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pemberian pupuk guano 15 ton/ha dan biochar 10 ton/ha memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun diameter batang. Jenis pupuk kadang sapi 15 ton/ha dan biochar 15 ton/ha memberikan pengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman dan diameter batang.

Kata kunci: Pupuk guano, pupuk kandang, biochar

---

<sup>1</sup>Correspondence author: Magdalena Sunarty Pareira. Email: [magdalena22.unimor@gmail.com](mailto:magdalen22.unimor@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Timur merupakan salah satu Provinsi yang ada di Indonesia, di dalamnya juga terdapat Kabupaten Timor Tengah Utara yang produk utama pertaniannya adalah jagung yang menjadi makanan pokok masyarakat di pedesaan selain jagung terdapat kacang lokal yaitu kacang nasi (*Vigna umbellate*). Kacang nasi merupakan salah satu legum berumur pendek yang tumbuh tahunan, yang memiliki kebiasaan yang sangat bervariasi, bisa tegak, semi tegak, atau melingkar serta memiliki sistem perakaran yang luas dengan akar tunggang yang dapat mencapai kedalaman 100-150cm. Batangnya bercabang dan berambut halus. Daunnya trifoliolate dengan selebaran utuh sepanjang 6-9 cm. Bunganya, lahir di ketiak daun dengan panjang 5-10 cm, berwarna papillonaceous dan kuning cerah. Buahnya silindris, panjang polong 7,5-12,5 cm, berisi 6-10 biji lonjong, 6-8 mm dengan hilus cekung. . Polong, daun dan biji muda yang bertunas direbus dan dimakan sebagai sayuran. Polong muda terkadang dimakan mentah (Rajerison, 2006). Warna kacang nasi sangat bervariasi, dari kuning, merah hati hingga hitam. Jenis kuning dilaporkan paling bergizi.

Kacang nasi diketahui mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan yang luas, tahan terhadap serangan penyakit, memiliki kualitas penyimpanan yang baik, kaya akan keragaman genetik dan kandungan nutrisi yang tinggi seperti karbohidrat dan protein (Joshi et al. , 2008; Tomooka et al., 2011). Selain potensi hasil yang tinggi, kacang nasi juga diketahui memiliki banyak manfaat selain sebagai pangan, pakan ternak (Khanal et al., 2009), tanaman penutup tanah, pupuk hijau, dan menambah unsur hara dalam tanah (Puspita, 2017) serta digunakan untuk olahan kuliner. Katoch (2013) melaporkan kandungan nutrisi kacang nasi yang lebih tinggi

dibandingkan genus *Vigna* lain. Kandungan protein cerna yang dimiliki kacang nasi berkisar antara 51,23-55,57%. Kacang nasi populer digunakan sebagai hidangan bersama nasi atau makanan pokok lainnya di Asia Selatan. Di Indonesia, tanaman ini banyak ditanam terutama di kawasan beriklim kering. Di Nusa Tenggara Timur, kacang nasi diolah menjadi jagung boso yang merupakan salah satu makanan khas NTT (Puspita *et al.*, 2017).

Penanaman kacang nasi di TTU sebagian besar dilakukan di lahan kering yang sangat bergantung pada ketersediaan air hujan. Namun, mengingat sifat curah hujan yang tidak dapat diprediksi, hal ini membuat para petani mengusahakan lahannya dengan risiko yang seminimal mungkin, yaitu dengan menanam kacang nasi lokal. Hal ini dilakukan mengingat risiko gagal panen akibat kekurangan air hujan. Salah satu teknik yang dapat meningkatkan mutu benih adalah dengan memperhatikan kesuburan tanah dan teknik budidaya. Salah satu cara untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan pemberian pupuk organik. Hal positif penggunaan pupuk organik adalah dapat memperbaiki sifat fisik dan struktur tanah, meningkatkan KTK tanah dan daya menahan air (Adisarwanto, 2000). Upaya peningkatan produktivitas kacang nasi yaitu dengan pemupukan. Pupuk merupakan suatu bahan yang diberikan pada tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung untuk mendorong pertumbuhan tanaman, meningkatkan produksi atau memperbaiki kualitas maupun kuantitas dari tanaman tersebut (Leiwakabessy dan Sutandi, 2004). Jika tanaman kacang-kacangan kekurangan unsur hara dapat menghambat pembentukan polong dan menurunkan produksi biji (Khadka *et al.*, 2009). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk membudidayakan kembali kacang nasi menggunakan pupuk organik agar penangkaran dan persediaan benihnya

terpenuhi serta mengatasi masalah tanaman lokal yang hampir punah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dilahan Fakultas Pertanian, Sains Dan Kesehatan, dari bulan Juni sampai Agustus 2023. Alat yang digunakan dalam penelitian kamera, timbangan, *Soil survey instrument*, *digital caliper*, dan cangkul, meter. Bahan yang digunakan dalam penelitian yakni benih kacang nasi, polybag, pupuk guano dan pupuk kotoran sapi, biochar, dan tanah. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor yakni pupuk organik (P) dan Biochar (B). Masing-masing terdiri dari 3 tarat perlakuan dengan 3 ulangan, sehingga terdapat 27 tanaman sampel. Perlakuan terdiri dari P0=kontrol, P1=guano 15 ton/ha, P2=Kotoran sapi 15 ton/ha, B2= 5 ton/ha, B3=10 ton/ha dan B5=15 ton/ha. Pelaksanaan penelitian meliputi pembakaran sekam padi, persiapan media tanam berupa tanah yang sudah diayak kemudian dicampurkan dengan pupuk guano dan kotoran sapi sesuai perlakuan. Kemudian melakukan perendaman benih kacang nasi selama 4 jam setelah itu langsung ditanam kedalam polybag yang sudah disediakan. Selain itu dilakukan perawatan yang meliputi penyulaman tanaman, penyiraman yang dilakukan pada pagi dan sore hari. Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang.

Data yang terkumpul diolah menggunakan analisis ragam (Uji F) dan apabila hasil sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam menunjukkan penggunaan pupuk organik (guano dan kotoran sapi) dan biochar berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang pada umur 14 HST, 21 HST, 28 HST, 35 HST dan 42 HST, sedangkan pada pengamatan 7 HST tidak berpengaruh nyata. Pemberian pupuk guano dan biochar berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan berpengaruh sangat nyata pada setiap perlakuan, hal ini karena tanaman kacang nasi membutuhkan unsur hara yang cukup selama masa vegetatif. Menurut Mardianto (2014), mengatakan bahwa pertambahan tinggi tanaman terjadi selama masa vegetatif. Masa vegetatif tanaman dikaitkan dengan tiga proses penting: pembelahan sel, pemanjangan sel, dan tahap awal diferensiasi sel. Ketiga proses ini membutuhkan karbohidrat karena karbohidrat yang dihasilkan bergabung dengan senyawa nitrogen untuk membentuk protoplasma di tempat pertumbuhan, yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Ketersediaan karbohidrat yang dihasilkan tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara bagi tanaman tersebut. Mulyani dan Kartasapoetra (2002) mengemukakan untuk pertumbuhan vegetatif sangat diperlukan unsur N, karena unsur N sangat dibutuhkan untuk pembentukan klorofil, sintesis asam amino dan protein, asam nukleat. Tanah yang dicampur dengan biochar memiliki sifat porositas yang sangat baik dalam menunjang pertumbuhan tanaman kacang nasi, porositas arang sekam mencapai 46%, artinya dalam 100 ml arang sekam, 46 ml nya terisi oleh air ataupun udara (Drupadi & Suhardiyanto, 2016). Biochar mempunyai struktur yang lebih remah, sehingga akar tanaman kacang nasi dapat berkembang dengan baik. Jika pertumbuhan akar tidak terganggu tanaman dengan mudah akan menyerap air dan hara dengan cepat dan

muda kemudian ditranslokasikan ke titik tumbuh lainnya (Irawan & Kafiari, 2015). Air juga sangat penting dalam menunjang pertumbuhan tinggi tanaman, karena tanaman yang kekurangan air pertumbuhannya akan pendek dibandingkan dengan tanaman yang kebutuhan airnya tercukupi dengan baik (Sitompul, 2016). Kombinasi perlakuan pupuk kandang dan biochar yang seimbang mampu meningkatkan permeabilitas dan perkolasi sehingga akar tanaman dapat menyerap hara dengan baik (Sinaga, Arifandi, & Mandala, 2017). Biochar dapat meretensi hara (Gani, 2009; Widowati, Utomo, Soehono, & Guritno, 2011) sehingga lebih tersedia untuk tanaman. Besarnya unsur hara yang diserap oleh tanaman akan digunakan untuk proses fotosintesis.

Hasil sidik ragam pada penambahan jumlah daun menunjukkan perlakuan pupuk guano dan biochar berpengaruh nyata pada perlakuan pupuk kandang dan berpengaruh sangat nyata dengan tanpa perlakuan guano dan pupuk kandang. Pemberian biochar dan pupuk kandang pada media tumbuh tanaman kacang nasi yang mampu menyuplai nutrisi dan memberi ruang tumbuh yang optimum untuk pertumbuhan tanaman. Menurut (Sasmita *et al.*, 2017; Spokas *et al.*, 2011) mengemukakan bahwa biochar yang dikombinasikan dengan pupuk organik lebih efektif. Bahan organik mampu melepas nutrisi seperti N, P, K, S sehingga lebih tersedia bagi tanaman (Sinaga *et al.*, 2017; Spokas *et al.*, 2011; Wahyudi, 2009), biochar mampu meretensi hara tersebut agar tidak mudah tercuci, menguap ataupun masuk kedalam permukaan tanah (Widowati *et al.*, 2011). Pertambahan jumlah daun adalah salah satu indikator yang digunakan untuk menentukan pertambahan jumlah daun, karena semakin banyak jumlah daun maka aktivitas fotosintesis yang terjadi pada tanaman tersebut

akan semakin meningkat (Gardner, Pearce, & L. Mitchell, 1991). Pembentukan daun tumbuhan dipengaruhi juga oleh kecepatan terbentuknya plastokharon (interval pemunculan daun muda) dan pemunculan filokron (helai daun) semakin cepat terbentuknya keduanya maka semakin banyak daun yang terbentuk. Terbentuknya plastokharon dan waktu pemunculan filokron dipengaruhi oleh temperatur dan intensitas cahaya serta yang paling utama adalah tersedianya unsur nitrogen (N) yang berpengaruh pada pertumbuhan daun (Sitompul dan Guritno, 2008). Biochar adalah salah satu bahan yang memiliki sifat sangat stabil yang biasa digunakan sebagai pembenahan tanah serta mampu memulihkan dan meningkatkan kualitas kesuburan tanah akibat degradasi atau tanah lahan kering yang semakin berkembang sehingga menjadi perhatian penting (Sonia Tambunan, 2014). Menurut Sutanto (2002) bahwa dengan pemberian pupuk organik dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P, dan K serta unsur mikro. Selanjutnya dinyatakan oleh Mulyani dan Kartasapoetra (2002) mengemukakan untuk pertumbuhan vegetatif sangat diperlukan unsur N, karena unsur N sangat dibutuhkan untuk pembentukan klorofil, sintesis asam amino dan protein, asam nukleat.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tanah yang dicampur dengan biochar tanpa pupuk organik tidak berpengaruh nyata pada perlakuan 7 hst. Pertumbuhan jumlah daun berkaitan erat dengan peran N sebagai komponen klorofil, jika semakin bertambah N dalam tanah maka akan berasosiasi dengan pembentukan serta pertambahan jumlah daun tanaman (Kusuma, 2013). Apabila tanaman akan tumbuh subur maka kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan harus tersedia dalam jumlah yang banyak dan seimbang

dalam media tanam atau tumbuh (Dwijoseputro, 1992). Sedangkan dengan pemberian guano dan biochar menunjukkan pertumbuhan jumlah daun yang sangat tinggi, hal ini dipengaruhi oleh pemberian guano mampu menyediakan ketersediaan unsur hara, meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan dapat memperbaiki sifat fisik tanah. Pupuk guano memiliki kandungan unsur hara P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang cukup tinggi (Syofiani & Oktabrina, 2017), dimana unsur hara P diperlukan dalam pembentukan gula fosfat yang dibutuhkan tanaman pada saat tanaman melakukan proses fotosintesis (Hariyadi, 2018). Jika fotosintesis berjalan baik, maka fotosintat semakin banyak dan pertumbuhan serta perkembangan tanaman semakin meningkat (Ernawati *et al.*, 2018). Hal ini sesuai dengan pendapat (Lakitan, 2010), mengatakan akar, batang dan daun merupakan bagian tanaman yang memanfaatkan banyak fotosintat selama fase vegetatif. Apabila unsur hara cukup dan seimbang selama pertumbuhan tanaman, maka pertumbuhan tanaman, dalam hal ini luas daun, akan melebar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dan biochar memberikan pengaruh nyata pada setiap pengamatan kecuali kontrol. Akan tetapi pada perlakuan pupuk guano dan biochar memberikan pertumbuhan yang sangat baik dibandingkan dengan kotoran sapi dan biochar. Hubungan antara pupuk guano, kotoran sapi dan biochar dapat dilihat pada gambar 2. Jika semakin besar tanaman kebutuhan akan nutrisi juga semakin bertambah, sehingga perkembangan akar juga ikut berkembang. Perlakuan kombinasi pupuk kandang, guano dan biochar, mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang nasi. Dimana Pupuk kandang sapi dapat menyuplai N dan biochar dapat menahan unsur nitrogen (Widowati *et al.*, 2011), sehingga

nitrogen lebih tersedia untuk pertumbuhan kacang nasi. Pertumbuhan bibit yang baik berdampak pada tanaman kacang nasi. Kombinasi perlakuan pupuk kandang sapi dan biochar menyediakan unsur hara di dalam media tanam kacang nasi. Pupuk kandang sapi berperan sebagai bahan pembenah tanah yang bermanfaat untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya kation, memacu aktivitas mikroba pendaur hara dan pendekomposisi bahan organik dalam tanah. Sedangkan biochar meretensi hara memperbaiki sifat kimia, dan fisik tanah meningkatkan atau menurunkan pH tanah (Salawati *et al.*, 2016; Widowati *et al.*, 2011) Bersinergi mendukung pertumbuhan bibit tanaman kacang. Pemberian pupuk guano 15 ton/ha dengan biochar 10 ton/ha merupakan hasil yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pengukuran diameter batang sangat berpengaruh pada hasil yang diperoleh, dimana batang yang mempunyai diameter besar akan membawa makanan dalam jumlah yang lebih banyak, sehingga berpengaruh pada ukuran diameter batang tanaman kacang nasi. Menurut Lestari & Su'ud (2018) mengatakan bahwa diameter batang  $\times$  tinggi tanaman berkorelasi positif dengan hasil jagung. Demikian juga menurut Musadia (2016) bahwa pemupukan menggunakan guano organik alami berpengaruh nyata pada diameter batang dan bobot segar tanaman dan nilai diameter batang  $\times$  tinggi tanaman memberikan korelasi terbaik dengan hasil. Guano memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang sangat bermanfaat bagi tanaman. Menurut Endrizal dan Bobihoe (2004), pupuk guano merupakan pupuk organik yang diperoleh dari kotoran kelelawar, mengandung unsur hara makro sebesar 7,5% Nitrogen (N), 8,1% Fosfor (P) dan 2,7% Kalium (K). Disamping itu pupuk guano juga mengandung unsur hara mikro seperti Mg,

Mn, Fe, Zn, Cl dan Cu. Pupuk organik guano lama berada dalam tanah, meningkatkan produktivitas tanah dan menyediakan makanan bagi tanaman lebih lama dari pada pupuk kimia buatan.fungsi dari unsur Nitrogen, Fosfor, Kalium, Kalsium, Magnesium, Sulfur

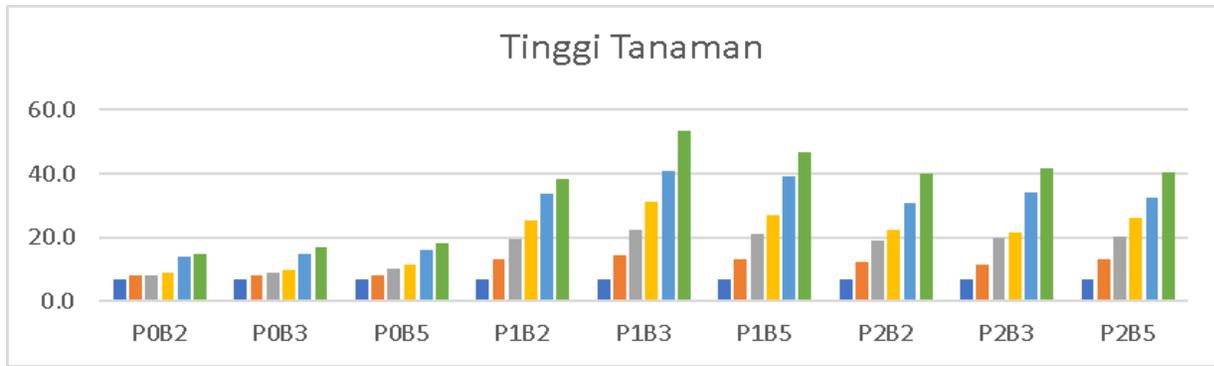
dan Potasium dalam guano dapat menguatkan batang tanaman, mengoptimalkan pertumbuhan daun baru serta proses fotosintesis pada tanaman dan mampu merangsang akar.

**Tinggi Tanaman**

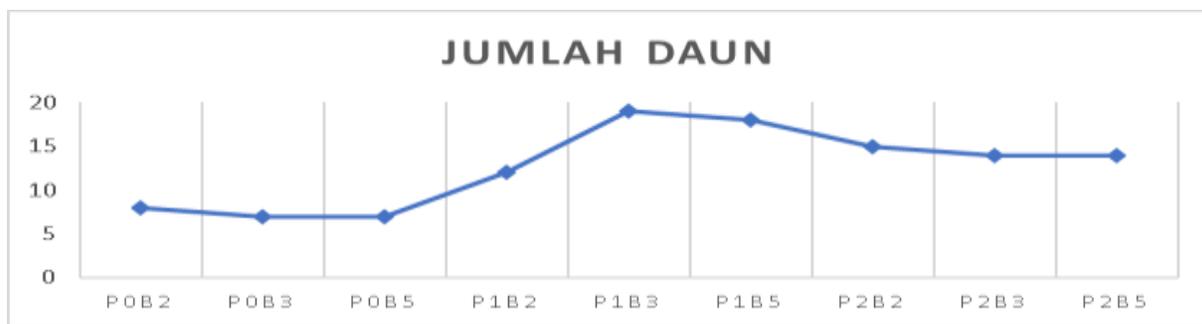
Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh pupuk organik dan biochar terhadap pertumbuhan tanaman kacang nasi (*vigna umbellata*)

HST	Perlakuan		
	Pupuk organik	Biochar	Interaksi pupuk organik*biochar
Tinggi Tanaman (cm)			
7	tn	tn	tn
14	**	*	**
21	**	*	**
28	**	*	**
35	**	*	**
42	**	*	**
Jumlah Daun (Helai)			
7	tn	tn	tn
14	**	*	**
21	**	*	**
28	**	*	**
35	**	*	**
42	**	*	**
Diameter Batang (mm)			
7	tn	tn	tn
14	**	*	**
21	**	*	**
28	**	*	**
35	**	*	**
42	**	*	**

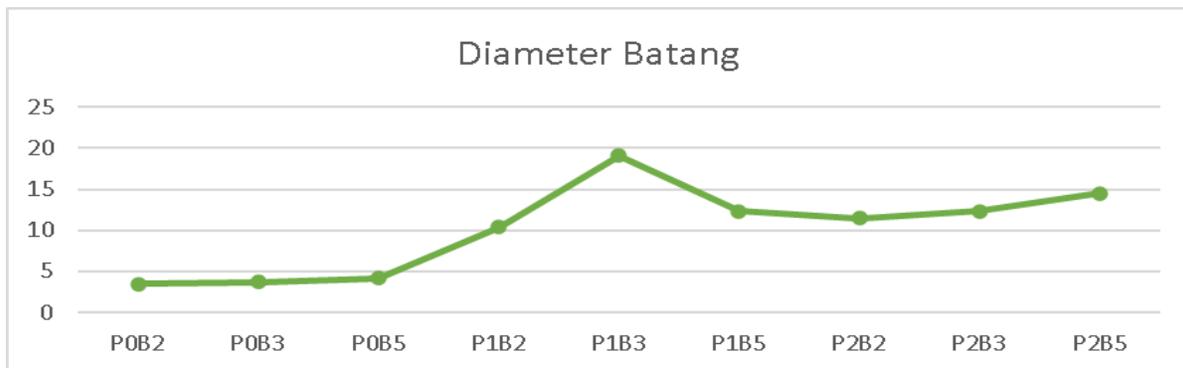
Keterangan: \*\* sangat nyata=P-value< α (0.01),\*nyata= α (0.01)<P-value< α (0.05),tn tidak nyata=P-value≥ α (0.05).



Gambar 1. Pengaruh takaran pupuk organik dan biochar terhadap pertumbuhan tinggi tanaman



Gambar 2. Pengaruh takaran pupuk organik dan biochar terhadap pertumbuhan jumlah daun



Gambar 3. Pengaruh takaran pupuk organik dan biochar terhadap pertumbuhan diameter batang

**KESIMPULAN**

Penggunaan dosis pupuk guano 15 ton/ha dan biochar 10 ton/ha dapat direkomendasi pada tanaman kacang nasi. Pupuk kandang sapi 15 ton/ha dan biochar 15 ton/ha juga mampu memberikan pertumbuhan yang terbaik untuk tanaman kacang.

Budidaya tanaman kacang nasi dengan takaran pupuk guano 15 tpn/ha dan biochar 10 ton/ha, pupuk kandang sapi 15 ton/ha dan biochar 15 ton/ha dapat menjadi pilihan yang tepat untuk melakukan budidaya.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Drupadi, C., & Suhardiyanto, H. (2016). Sifat Thermo-Fisik Arang Sekam. *Jurnal Teknotan*, 10(2), 1–6. Diambil dari <https://jurnal.unpad.ac.id/teknotan/article/view/10298>.
- Dwijoseputro. 1992. *Fisiologi Tumbuhan dan Metabolisme Tanaman*. Jakarta: Gramedia.
- Ernawati, W, E. R. P., & Mukarlina. (2018). Respon Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L) Dengan Pemberian Kompos Limbah Kulit Pisang Nipah. *Jurnal Protobiont*, 7(1), 45–50. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v7i1.23627>.
- Gani, A. (2009). Potensi Arang Hayati “ Biochar ”Sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*, 4(1), 33–48. Retrieved from <http://pangan.litbang.pertanian.go.id/files/03-anischan.pdf>.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & L.Mitchell, R. (1991). *Fisiologi Tnaman Budidaya*. In UI Press. Indonesia.
- Hariyadi. (2018). Respon pertumbuhan tanaman jagung mais (*Zea mays* L. *Saccharata* Sturt) terhadap pemberian kotoran atyamn dan guano wallet pada tanah gambut pedalaman.<https://doi.org/https://doi.org/10.33830/jmst.v19i2.105.2018>.
- Irawan, A., & Kafiar, Y. (2015). Pemanfaatan cocopeat dan arang sekam padi sebagai media tanam bibit cempaka wasian (*Elmerrilia ovalis*). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(4), 805–808. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010423>.
- Kusuma, M. E. 2013 Penggunaan dosis pupuk kotoran ternak ayam terhadap pertumbuhan dan produksi *Brachiaria humidicola* pada pemotongan pertama. *Jurnal Ilmu hewan Tropical* 4. No. 1 : 16-20.
- Lakitan, B. (2010). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan* (1 ed.). Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Mardianto, R. (2014). Pertumbuhan dan Hasil Cabai (*Capsicum annum* L.) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Daun *Tithonia* dan Gamal. *Jurnal Embrio*. 7(1):61-68.
- Mulyani, M dan A.G. Kartasapoetra. 2002. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Bina Cipta, Jakarta.
- Sinaga, I. A., Arifandi, J. A., & Mandala, M. (2017). Pengaruh media Tanam dari beberapa Formulasi Biochar Pada Tanah pasiran terhadap Kualitas Bibit Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Besuki Na-Oogst. *Agritrop*, 15(2), 277–292.
- Sitompul, S. M. (2016). *Analisis Pertumbuhan Tanaman* (1 ed.; Sitawati & S. Y. Tyasmoro, Ed.). Malang: UB Press.
- Spokas, K. A., Novak, J. M., Stewart, C. E., Cantrell, K. B., Uchimiyu, M., Dusaire, M. G., & Ro, K. S. (2011). Chemosphere Qualitative analysis of volatile organic compounds on biochar. *Pedobiologia*, 51(5–6),359-

- 366.<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.06.108>.
- Sasmita, K. D., Anas, I., Anwar, S., Yahya, S., & Djajakirana, G. (2017). Pengaruh Pupuk Organik dan Arang Hayati terhadap Kualitas Media Pembibitan dan Pertumbuhan Bibit Cacao. *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar*, 4(2), 107–120.
- Sitompul, S.M dan B. Guritno. 2008 *Analisis pertumbuhan Tanaman*.UGM Press. Yogyakarta.
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Kanisius, Yogyakarta.
- Syofiani, R., & Oktabrina, G. (2017). Aplikasi Pupuk Guano Dalam Meningkatkan Unsur Hara N, P, K, Dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Pada Media Tanam Tailing Tambang Emas. *Pertanian dan Tanaman Herbal Berkelanjutan di Indonesia*, 98–103. Diambil dari <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastan/article/view/2264>.