

Efek Asupan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Budidaya Vertikal Kultur

Sulis Putri Ariyani¹, R. Sri Tejowulan^{2*}, Zaenal Arifin³

^{1,2,3} Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram.

Article Info

Received: Nov 15, 2023

Revised: Des 12, 2023

Accepted: Feb 15, 2024

Published: Maret 30, 2024

Abstrak: Penyediaan pangan di Indonesia saat ini mempunyai berbagai tantangan, seperti (1) alih fungsi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian, (2) jumlah lahan garapan yang terus menyusut, (3) meningkatnya degradasi dan pencemaran lahan, (4) krisis pangan, meningkatnya jumlah penduduk, meningkat, (5) tingginya ketergantungan terhadap pangan pokok beras, (6) kegagalan program pembukaan lahan sawah baru, dan (7) kegagalan program diversifikasi pangan di Indonesia (Setyoko 2013). Data observasi dianalisis menggunakan analisis Sidik Ragam (ANOVA) dengan menggunakan Program Minitab. Apabila hasil ANOVA berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%. Untuk mengetahui keeratan hubungan dan keeratan hubungan antara kesuburan tanah dengan hasil panen, dilakukan analisis regresi dan korelasi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diartikan bahwa: Penambahan berbagai jenis bahan organik pada media tanam buatan meningkatkan kesuburan tanah N-tersedia, penambahan berbagai jenis bahan organik mempengaruhi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah ikan tongkol, bobot badan basah, bobot badan kering dan ubi bobo tumbi, penambahan kompos (P5) memberikan pertumbuhan panjang tanaman (197,4 cm dan 196,0 cm), jumlah daun (82,7 helai dan 78,0 helai), jumlah ikan tuna (24,5 helai daun dan 23,5 helai), bobot kelapa basah (1845,25 g dan 1788,05 g) dan bobot kelapa kering (156,81 g dan 177,23 g) serta rendemen ubi jalar (554,13 g dan 529,17 g) merupakan yang terbaik. Terdapat hubungan regresi dan korelasi antara N tersedia media tanam dengan bobot umbi ubi jalar dengan koefisien determinasi $R^2 = 0,49$ dan korelasi $r = 0,70$ termasuk dalam kategori korelasi sangat kuat.

Kata Kunci: Bahan organik, Pertumbuhan, Kentang Mansi, Budidaya, Budidaya vertikal

Abstract: Food supply in Indonesia today has various challenges, such as (1) conversion of agricultural land into non-agricultural land, (2) the amount of arable land that continues to shrink, (3) increasing land degradation and pollution, (4) an increasing population, increased, (5) high dependence on the staple food rice, (6) the failure of the program to create new rice fields, and (7) the failure of the food diversification program in Indonesia (Setyoko 2013). Observational data were analyzed using Sidik Ragam analysis (ANOVA) using the Minitab Program. If the ANOVA results are significantly different, then proceed with the honest significant difference test (BNJ) at the 5% level. To determine the closeness of the relationship and the closeness of the relationship between soil fertility and crop yields, regression and correlation analysis was carried out. Based on the research that has been done, it can be interpreted that: The addition of various types of organic matter into artificial planting media increases soil fertility N-available, the addition of various kinds of organic matter affects plant height, number of leaves, number of tuna, wet body weight, dry body weight and bobo tumbi sweet potato, the addition of compost (P5) gave growth in plant length (197.4 cm and 196.0 cm), number of leaves (82.7 leaves and 78.0 leaves), number of tuna (24.5 leaves and 23.5 strands), wet coconut weight (1845.25 g and 1788.05 g) and dry coconut weight (156.81 g and 177.23 g) and sweet potato yield (554.13 g and 529.17 g) the best. There is a regression relationship and correlation between N-available planting medium and the weight of sweet potato tubers with a coefficient of determination of $R^2 = 0.49$ and a correlation of $r = 0.70$ which is included in the very strong correlation category.

Keywords: Organic Matter, Growth, Sweet Potato, Cultivation, Vertical Culture

Citation: Sulis Putri Ariyani, R. Sri Tejowulan, Zaenal Arifin (2024). Efek Asupan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Budidaya Vertikal Kultur. *Journal of Soil Quality and Management (JSQM)*. 1(1) 55-66

* R. Sri Tejowulan: tejowulan07@yahoo.com
Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Mataram,
Indonesia

PENDAHULUAN

Pengadaan pangan di Indonesia dewasa ini memiliki berbagai tantangan yang beragam, seperti (1) Konversi lahan pertanian menjadi lahan non pertanian, (2) jumlah lahan subur yang terus menyusut, (3) meningkatnya degradasi dan pencemaran lahan, (4) jumlah penduduk yang semakin bertambah, (5) ketergantungan yang tinggi terhadap bahan pangan pokok beras, (6) kegagalan program pencetakan sawah baru, dan (7) tidak berjalannya program diversifikasi pangan di Indonesia (Bayu 2013). Khususnya di Provinsi Nusa Tenggara Barat, data statistik dari Badan Pertanahan Nasional (2019) menunjukkan telah terjadi konversi lahan pertanian seluas 30.124 hektar, dimana sebelumnya luas lahan pertanian di NTB pada tahun 2015 sebanyak 266.666 hektar. Sehingga, kedepannya berbagai upaya perlu dilakukan untuk menjawab berbagai tantangan dalam mewujudkan pengadaan pangan tersebut. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui pengembangan media tanam buatan untuk budidaya tanaman vertikal kultur guna meningkatkan produksi pangan dan efektivitas penggunaan lahan.

Teknik budidaya vertikal kultur telah lama dikenal oleh masyarakat dan para ahli pertanian perkotaan. Namun hingga saat ini penerapannya belum dilakukan secara optimal. Vertikultur berasal dari bahasa Inggris yaitu vertical dan culture yang artinya teknik bercocok tanam di ruang sempit dengan memanfaatkan bidang vertikal sebagai tempat bercocok tanam (Liferdi, 2003). Menurut Nitisapto (1993) budidaya vertikal kultur umumnya dilakukan pada lahan – lahan pekarangan yang sempit. Padahal teknik budidaya ini sebenarnya dapat diterapkan di berbagai jenis lahan, baik pada lahan – lahan normal seperti sawah, ladang dan tegalan maupun lahan – lahan marginal atau bermasalah seperti lahan rawa, lahan pasang surut, lahan gambut, lahan kering, dan lahan bekas tambang. Hal ini sangat memungkinkan karena adanya kelebihan teknik vertikal kultur dibandingkan dengan teknologi budidaya lainnya utamanya oleh kemampuan teknik ini dalam mengadopsi penggunaan media tanam buatan dengan menggunakan karung atau media lain sejenisnya sebagai wadah untuk bertanam.

Dengan strategi ini usahatani dapat dilakukan tanpa tergantung pada subur atau tidaknya lahan yang akan digunakan; karena lahan – lahan tersebut akan berperan hanya sebagai tempat untuk menaruh media wadah tanam. Selain itu, teknik vertikal kultur juga memungkinkan dilakukan penanaman tanaman secara bertingkat, sehingga akan terjadi pemanfaatan ruang secara lebih efektif dan efisien. Jika ini dapat diterapkan dengan baik diharapkan akan dapat menjadi salah satu strategi solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan produksi pangan di Indonesia.

Menurut Nofrinda (2017) kunci sukses pelaksanaan budidaya vertikal kultur utamanya terletak pada kualitas media tanam yang digunakan. Semakin subur media tanam maka akan semakin tinggi hasil yang didapatkan. Berbagai cara untuk meningkatkan kesuburan tanah dengan melakukan pemberian pupuk organik, sangat penting untuk sebagai penyangga sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas lahan (Nyoman et al., 2012), serta sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, dan mengurangi pencemaran lingkungan (Simanungkalit, 2006). Dengan penambahan berbagai asupan bahan organik maka akan diperoleh media tanam dengan tingkat kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah.

Bahan organik merupakan kumpulan beragam senyawa - senyawa organik kompleks yang sedang atau mengalami proses dekomposisi yang berperan memperbaiki sifat fisik, sifat kimia dan biologi tanah (Amrah, 2008). Peranan bahan organik terhadap sifat fisik tanah antara lain meningkatkan agregasi tanah, meningkatkan porositas dan aerasi tanah serta meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah. Peranan bahan organik terhadap sifat kimia yaitu meningkatkan daya jerap dan kapasitas tukar kation, pelarut sejumlah unsur hara dari mineral oleh asam humus. Peranan bahan organik terhadap sifat biologi tanah yaitu dapat meningkatkan kegiatan jasad mikro dalam membentuk dekomposisi bahan organik juga meningkat aktivitas metabolik mikroorganisme Menurut Hakim, et. al. (1986) Peranan bahan organik ada yang bersifat langsung terhadap tanaman, tetapi sebagian besar mempengaruhi tanaman melalui perubahan sifat dan ciri tanah. Pengaruh bahan organik pada sifat fisik tanah: Kemampuan menahan air meningkat (water holding capacity), warna tanah menjadi coklat dan hitam (lebih gelap), merangsang granulasi agregat dan memantapkannya, menurunkan plastisitas dan menurunkan bulk density (BD) tanah. Pengaruh bahan organik pada sifat kimia tanah: Meningkatkan daya jerap dan kapasitas tukar kation, jumlah kation yang mudah dipertukarkan meningkat, unsur N, P, dan K diikat dalam bentuk organik atau dalam tubuh mikroorganisme sehingga terhindar dari pencucian dan kemudian tersedia kembali, pelarutan sejumlah unsur hara dari mineral oleh asam humus. Pengaruh bahan organik pada sifat biologi tanah; Jumlah dan aktivitas metabolik organisme meningkat, kegiatan jasad mikro dalam membantu dekomposisi bahan organik juga meningkat.

Perbedaan kesuburan sifat fisik tanah sangat menentukan aktivitas perakaran tanaman baik dalam hal pertumbuhan, perkembangan, penyebarannya, dan dalam hal absorpsi unsur hara, air, dan oksigen. (Syamsyudin, 2012). Sementara itu kesuburan sifat kimia tanah berkaitan erat dengan unsur hara, pH, KTK, C-organik, koloid, reaksi redoks dan sebagainya yang kesemuanya menentukan tingkat ketersediaan dan keseimbangan unsur hara di dalam tanah. (Saridevi et al, 2013). Sedangkan kesuburan biologi tanah penting dalam hal dekomposisi bahan organik, proses mineralisasi, immobilisasi, daur hara serta proses – proses biologi tanah lainnya. Proses – proses tersebut kesemuanya dipengaruhi oleh keberadaan dan aktivitas organisme yang ada di dalam dan di permukaan tanah. (Chauhan et al, 2006).

Berdasarkan uraian diatas, maka telah dilakukan kajian tentang “Efek asupan bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) yang ditanam secara vertikal kultur”

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan percobaan media tanam dalam karung di Lapangan. Penelitian ini dilakukan di Lahan Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Mataram di desa Nyur Lembang Kec. Narmada, pada bulan Januari 2022 sampai bulan Maret 2022. Analisis tanah dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah karung semen kapasitas 50 kg, paralon 2 inch, ember, gunting, pisau, cangkul, sekop, penggaris, kantong plastik, kertas label, dan alat tulis serta alat – alat yang akan digunakan untuk keperluan analisis di laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah inceptisol, pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk kandang ayam, bioslurry, kompos, kascing, dan biochar sekam padi serta bahan – bahan kimia yang akan digunakan untuk keperluan analisis di laboratorium. Sampel tanah yang telah disiapkan dicampur dengan biochar sekam padi dan bahan organik sesuai dengan perlakuan dan takaran perlakuan dosis. Pencampuran dilakukan melalui proses sebagai berikut: sampel tanah, biochar sekam padi, dan bahan organik (sesuai dengan perlakuan) akan ditempatkan di atas terpal, selanjutnya diaduk secara merata hingga mendapatkan campuran media tanam yang homogen. Campuran yang diperoleh selanjutnya dimasukkan ke dalam karung percobaan, dan diberikan label sesuai dengan perlakuan. Media tanam tersebut selanjutnya ditempatkan pada lokasi lahan percobaan dengan jarak antar karung sejauh 75 cm. Lokasi percobaan merupakan lahan sawah terbuka tanpa ada naungan pohon maupun bangunan, hal ini penting untuk memastikan bahwa semua tanaman akan mendapatkan intensitas dan kualitas penyinaran yang sama. Sebelum ditanami, media tanam akan diadiri hingga mencapai kelembaban kadar air sekitar kapasitas lapang dan telah diinkubasikan selama 14 hari. Inkubasi yang dimaksudkan agar media tanam mencapai keseimbangan fisika, kimia, dan biologi secara alamiah. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis Sidik Ragam (ANOVA) menggunakan Program Minitab. Apabila hasil ANOVA berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%. Untuk mengetahui keeratan hubungan dan keeratan hubungan antara kesuburan tanah dan hasil tanaman dilakukan analisis regresi dan korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian tentang Efek Asupan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) Vertikal Kultur telah dilakukan di Lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Mataram di Narmada. Data yang diperoleh dikompilasi, dianalisis, dan dibahas dalam pokok-pokok bahasan sebagai berikut.

Karakteristik Tanah, Biochar dan Material Bahan Organik

Analisis tanah awal, biochar dan bahan organik dilakukan untuk mengetahui karakteristik sifat fisik dan kimia dari masing-masing bahan tersebut dan data hasil analisisnya secara lengkap disajikan pada Tabel 4.1.

Tanah. Data pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa tanah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki pH agak masam (6,31), kadar C-organik rendah (0,93 %), kadar N-total sangat rendah (0,06 %), dan N-tersedia rendah (2,1 ppm) dengan C/N ratio 16:1. Dengan karakteristik tersebut dapat dikatakan bahwa tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah dengan tingkat kesuburan kimia yang rendah.

Kandungan bahan organik yang rendah mungkin menjadi faktor penyebab utama rendahnya kualitas kesuburan tanah ini. Sebagai contoh kadar nitrogen (N) yang rendah pada tanah ini mungkin disebabkan oleh kandungan bahan organik tanah (BOT) yang rendah. Hal ini dapat difahami mengingat sumber utama N dalam tanah adalah bahan organik tanah (Hanafiah, 2014). Oleh karena itu, untuk dapat meningkatkan kualitas kesuburan tanah tersebut perlu dilakukan tindakan penambahan bahan organik dan atau material pembenah tanah. (Martanto, 2001).

Berbeda dengan sifat – sifat kimianya yang kurang menguntungkan, tanah ini memiliki sifat fisik yang cukup baik dengan nilai BV (1,01 g/cm³), BJ (2,33 g/cm³), dan porositas (58,2 %) sedang. Nilai BV tersebut tergolong dalam harkat BV normal untuk tanah – tanah pertanian di Indonesia (1,0 g/cm³ - 1,2 g/cm³) (Ma'shum, 2005). Sifat fisik yang baik tersebut dipastikan akan dapat memberikan efek positif terhadap kualitas kesuburan dan produktivitas tanah.

Biochar. Sebagaimana tersaji pada Tabel 4.1, material biochar yang digunakan dalam penelitian ini memiliki C-organik 21 %, N-total 1,2 %, N-tersedia 10 ppm, C/N ratio 1:7, BV 0,63 g/cm³, BJ 0,31g/cm³ dengan total porositas 70 %, dan pH 7,2 (netral). Dengan karakteristik yang dimilikinya tersebut penambahan biochar kedalam tanah diharapkan akan dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan berpotensi dapat memperbaiki tingkat kesuburan tanah (Dody, 2015).

Penambahan biochar ber-pH 7,2 kedalam tanah awal ber-pH 6,31 berpotensi meningkatkan nilai pH tanah awal kearah pH netral. Kenaikan nilai pH tanah tersebut akan berdampak baik terhadap ketersediaan dan keseimbangan unsur hara di dalam tanah (Makarim et al., 2009). Nilai BV, dan BJ rendah, serta porositas yang tinggi pada biochar berpotensi meningkatkan kegemburan tanah, yang berarti terjadinya perbaikan kondisi aerasi dan drainase tanah. Pendapat ini didukung oleh hasil studi Sisworo (2006) yang menyatakan bahwa biochar memiliki struktur remah dengan kepadatan yang rendah sehingga aplikasinya ke dalam tanah dapat memperbaiki permasalahan drainase buruk di dalam tanah. Penambahan biochar ke dalam tanah juga dapat meningkatkan

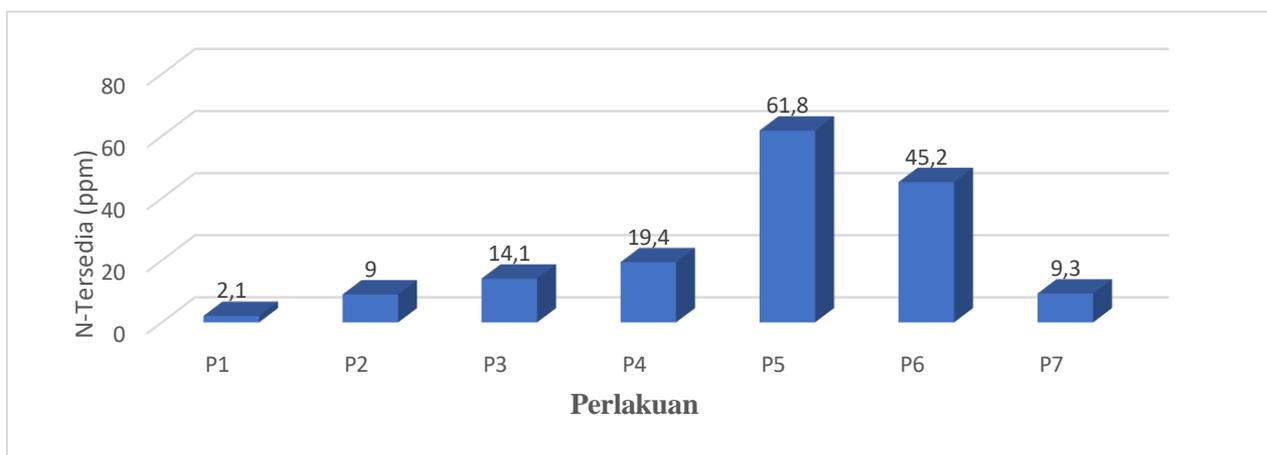
kemampuan tanah dalam memegang dan melepaskan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Gusmailina et al., 2015). Penambahan biochar juga berfungsi untuk meningkatkan kesuburan tanah, ketersediaan hara, retensi hara, dan retensi air (Atkinson et al., 2002). Selain berpengaruh positif terhadap sifat tanah, pemberian biochar juga berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas tanaman (Jeffery et al., 2012).

Bahan Organik. Data pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa macam bahan organik yang ditambahkan memiliki karakteristik pH, C-organik, N-total, C/N ratio, N-tersedia, BV, BJ, dan porositas yang berbeda tergantung pada jenis atau macam sumber bahan organiknya. Bahan - bahan organik yang digunakan memiliki nilai pH berkisar antara 6,4 hingga 7,9, C-organik 18 % - 34 %, N-total 1,4 % - 2,0 %, N- tersedia 15 ppm - 177 ppm, dengan C/N ratio 11:1 - 19:1. Dengan sifat variatif yang dimiliki oleh masing - masing bahan organik tersebut, penambahan macam bahan organik kedalam tanah dipastikan akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tingkat kesuburan dan kemampuan tanah dalam menyediakan dan mensuplai unsur hara bagi tanaman. Secara umum, pemberian bahan organik kedalam tanah akan memberikan dampak positif terhadap kesuburan tanah. Pendapat ini didukung oleh Hardjowigeno (2007) yang menyatakan bahwa penambahan bahan organik kedalam tanah dapat mempengaruhi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah kearah yang lebih baik. Menurut Rosmarkam dkk (2002) penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan kondisi aerasi dan drainase tanah, penyediaan unsur hara, daya sangga unsur hara, kapasitas tanah dalam menahan air dan, keragaman serta aktivitas mikroorganisme tanah. Selain itu keberadaan bahan organik didalam tanah juga memiliki peran dan fungsi penting sebagai material penyangga perubahan pH tanah, temperature dan warna tanah (Stevenson, 1982 dalam Astiko, 2013).

N- Tersedia Media Tanam

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara makro esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah paling banyak (Hanafiah, 2010). Ketersediaan N di dalam tanah sangat menentukan pertumbuhan, perkembangan dan hasil tanaman (Bhaskoro et al., 2015). Didalam jaringan tanaman nitrogen (N) memiliki peran penting sebagai berikut: 1) mendorong percepatan pertumbuhan tanaman, 2) meningkatkan jumlah daun, 3) meningkatkan jumlah anakan, dan 4) memacu sintesis klorofil, protein dan asam - asam amino (Raufet et al, 2010). Dengan fungsi dan peran penting nitrogen tersebut, menjamin ketersediaan unsur hara N dalam jumlah cukup didalam tanah merupakan salah satu kunci penting bagi keberhasilan praktek budidaya tanaman. Penambahan bahan organik ke dalam tanah kahat kandungan bahan organik, diyakini akan dapat menghasilkan media tanam yang lebih subur dan berkualitas, utamanya dalam hal kemampuannya mensuplai unsur hara nitrogen bagi tanaman.

Aplikasi macam bahan organik ke dalam tanah meningkatkan kadar N tersedia di dalam tanah (Gambar 4.1). Penambahan macam bahan organik ke dalam tanah meningkatkan nilai N-tersedia dari 2,1 ppm menjadi 9,0 ppm hingga 62 ppm. Konsentrasi N-tersedia pada media tanam buatan berkisar antara 9,0 ppm - 62 ppm. Kisaran konsentrasi N-tersedia tersebut terdapat dalam kategori kisaran N-tersedia sedang hingga sangat tinggi. N-tersedia tertinggi (62 ppm) diperoleh pada perlakuan penambahan pupuk kompos (P5), diikuti oleh pupuk kascing (P6) (45 ppm), pupuk kandang ayam (P4) (19 ppm), pupuk kandang kambing (P3) (14 ppm), bioslurry (P7) (9,3 ppm), dan yang terendah (9,0 ppm) diperoleh pada perlakuan penambahan pupuk kandang sapi (P2). Nilai N yang diperoleh tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai N-tersedia pada perlakuan kontrol (P1), yang hanya sebesar 2,1 ppm. Tampaknya kandungan N-total dan N-tersedia pada masing - masing bahan organik sangat menentukan ketersediaan nitrogen (N) pada media tanam yang dihasilkan



Gambar 1. Konsentrasi N-tersedia Media Tanam yang Ditambahkan Macam Bahan Organik.

Dalam penelitian ini penambahan pupuk kompos ke dalam media tanam memberikan hasil terbaik. Hasil yang diperoleh tersebut tidak bisa dijadikan sebagai justifikasi umum bahwa pemberian pupuk kompos akan selalu memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan pupuk - pupuk organik lainnya karna; baik buruknya atau tinggi rendahnya kualitas pupuk organik sangat ditentukan oleh berbagai faktor seperti: 1) jenis bahan organik, 2) sumber

bahan organik, 3) sistem penyimpanan, 4) kandungan nutrisi dan lain sebagainya (wiwik dan widowati, 2005). Untuk pupuk kandang kualitas bahan organik sangat ditentukan oleh: 1) jenis pupuk kandang, 2) jenis kelamin, 3) umur ternak, 4) jenis kelamin dan lain – lain

Efek macam Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Ubi Jalar

Parameter pertumbuhan dan hasil tanaman merupakan indikator penting untuk mengetahui respon tanaman terhadap perlakuan yang diberikan. Pertumbuhan adalah peristiwa bertambahnya ukuran tanaman yang dapat diukur dari besar dan tingginya organ tumbuhan sedangkan, hasil tanaman adalah besaran yang menggambarkan banyaknya produk panen yang diperoleh dalam satu siklus produksi. Data pertumbuhan dan hasil tanaman yang diperoleh pada penelitian akan disajikan pada sub pokok bahasan 4.3.1 tentang pertumbuhan tanaman dan 4.3.2 tentang hasil tanaman).

Efek Macam Bahan organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Ubi Jalar

Data pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan macam bahan organik berpengaruh terhadap parameter pertumbuhan panjang tanaman, jumlah daun, dan jumlah tunas baik secara horizontal maupun secara vertikal. Secara umum pemberian pupuk kompos (P5) memberikan hasil pertumbuhan tanaman ubi jalar terbaik, diikuti oleh perlakuan pupuk kandang sapi (P2) = pupuk kandang kambing (P3) = pupuk kandang ayam (P4), pupuk kascing (P6), pupuk bioslurry (P7) dan terendah diperoleh pada perlakuan tanpa penambahan pupuk organik (P1) (kontrol).

Pada dasarnya, semua jenis bahan organik memiliki kemampuan yang baik dalam memperbaiki tanah dan menyediakan unsur hara bagi tanaman; namun efek masing – masing bahan organik terhadap pertumbuhan tanaman sangat ditentukan oleh kualitas dari macam pupuk organik tersebut. Kualitas dari masing – masing pupuk organik tersebut selanjutnya akan menentukan perbedaan pertumbuhan dan hasil tanaman (Indrakusuma, 2000). Superioritas kompos terhadap pupuk organik lainnya mungkin disebabkan oleh kandungan N-tersedia (177 ppm), N-total (2,00 %) dan, C-organik (24,61 %) yang tinggi dibandingkan dengan bahan organik lainnya ditambah dengan sifat pH tanah yang netral (6,97). Sifat – sifat kompos inilah yang mungkin sudah menjadi faktor penting penentu keberhasilan kompos dalam mendukung pertumbuhan tanaman ubi jalar. Pendapat ini didukung oleh Hardjowigeno (2007) yang menyatakan bahwa pH netral merupakan pH yang optimal bagi penyediaan unsur hara; pada pH tersebut berbagai unsur hara umumnya terdapat dalam jumlah yang cukup dan berimbang.

Tabel 1. Panjang tanaman dan jumlah daun tanaman Ubi jalar

Perlakuan	Panjang tanaman (cm)		Jumlah daun (helai)		Jumlah tunas (helai)	
	horizontal	vertikal	Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal
P1	63.9 a	61.4 a	21.7 a	19.0 a	4.0 a	2.7 a
P2	149.3 d	145.4 d	59.3 c	54.7 c	19.3 b	20.0 c
P3	148.0 d	142.0 d	47.7 b	46.3 b	16 b	14.0 b
P4	146.5 d	142.8 d	48.2 b	48.5 b	17 b	15.0 b
P5	197.4 e	196.0 e	82.7 d	78.0 f	24.5 c	23.5 c
P6	131.1 c	130.2 c	62.9 c	61.1 d	17.5 b	17.8 b
P7	116.3 b	112.3 b	65.3 c	65.4 e	19 b	18.3 b
BNJ 5 %	10.6	6.8	8.8	3.3	4.8	4.4

Keterangan: angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%.

Data Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (P1) selalu menghasilkan pertumbuhan (panjang tanaman, jumlah daun dan jumlah tunas) terendah. Hal ini disebabkan oleh tingkat kesuburannya yang paling rendah; sebagaimana teridentifikasi dari hasil analisis tanah awal (Tabel 4.1). Kandungan C-organik (0,93) sangat rendah, N-tersedia (2,1) dan N- total (0,06) rendah, dengan pH (6,31) agak masam menjadikan tanah tersebut kurang mampu dalam menyediakan unsur hara yang diperlukan oleh untuk tumbuh tanaman secara optimal. Rendahnya kandungan bahan organik ini mungkin menjadi salah satu faktor utama yang menyebabkan perlakuan ini tidak mampu menghasilkan produksi yang baik. Pendapat ini didukung oleh Pranata (2010) yang menyatakan bahwa kandungan C-organik sangat menentukan ketersediaan unsur hara dan, sifat - sifat kimia, fisika dan biologi tanah lainnya yang kesemuanya sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman.

Sebagaimana tercantum ada Tabel 1 terlihat bahwa pertumbuhan tanaman yang ditanam secara horizontal selalu menghasilkan pertumbuhan yang lebih superior dibandingkan dengan hasil tanaman yang ditanam secara vertikal. Hal ini mungkin disebabkan oleh berkurangnya intensitas cahaya matahari yang diterima oleh tanaman yang ditanam secara vertikal sehingga mengurangi laju fotosintesa tanaman dengan kata lain pertumbuhan tanaman ubi jalar yang ditanam secara horizontal cenderung menutupi sebagian area tanaman yang ditanam secara verikal. Wimudi dan Fuadiyah (2021) melaporkan bahwa cahaya matahari sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan

tanaman; utamanya terhadap pembentukan hormon auksin yang ada pada tumbuhan. Auksin memiliki fungsi dan peran penting dalam penambahan panjang batang, perkembangan buah, dan dominansi apikal. Selain itu, intensitas cahaya juga berpengaruh terhadap efisiensi fotosintesis suatu tanaman. Berkurangnya cahaya yang diterima oleh tanaman akan mempengaruhi pertumbuhan akar dan biomassa bagian atas tanaman (Yustiningsih, 2019).

Efek Macam Bahan Organik Terhadap Hasil Tanaman Ubi Jalar

Pada penelitian ini, parameter hasil tanaman diukur melalui indikator bobot brangkasan basah dan kering biomassa bagian atas tanaman serta bobot umbi, baik secara horizontal maupun secara vertikal. Berat brangkasan basah adalah berat tanaman pada saat tanaman dipanen; sedangkan berat brangkasan kering tanaman adalah berat tanaman setelah seluruh air yang terkandung di dalamnya dihilangkan melalui proses pengovenan selama 2 kali 24 jam pada suhu 70o Celcius.

Tabel 2. Efek Macam Bahan Organik terhadap Bobot brangkasan basah dan kering tanaman Ubi jalar

Perlakuan	Bobot brangkasan (g)			
	Basah		Kering	
	Horizontal	Vertikal	Horizontal	Vertikal
P1	596.66 a	562.51 a	60.20 a	59.60 a
P2	629.29 a	1040.69 a	61.73 a	108.95 b
P3	1384.16 b	1488.04 b	144.62 b	137.83 c
P4	1213.11 a	1089.12 a	126.32 b	125.45 bc
P5	1845.25 b	1788.08 b	156.81 b	177.23 d
P6	899.74 a	764.60 a	106.89 ab	113.13 b
P7	748.31 a	1285.71 b	84.30 a	124.90 bc
BNJ 5 %	625.86	590.69	50.78	23.95

Keterangan: angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ 5%.

Data pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa macam bahan organik yang digunakan berpengaruh nyata terhadap berat brangkasan basah dan berat brangkasan kering tanaman. Berat brangkasan basah tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan P5 (kompos), diikuti dengan pupuk kandang kambing (P3), pupuk kandang ayam (P4), pupuk kascing (P6), pupuk bioslurry (P7), pupuk kandang sapi (P2) dan terendah diperoleh pada perlakuan kontrol (P1). Berat brangkasan basah tanaman umumnya dipengaruhi oleh jumlah daun dan banyaknya kandungan air di dalam daun. Polii (2009) menyatakan bahwa daun merupakan sink bagi tanaman, sehingga jumlah daun yang meningkat umumnya diikuti dengan meningkatnya berat tanaman. Selain itu, daun banyak mengandung air sehingga semakin banyak kandungan air pada daun maka semakin meningkat pula berat brangkasan basah tanaman.

Hasil serupa juga diperoleh pada parameter berat brangkasan kering tanaman ubi jalar, dimana perlakuan kompos (P5) menjadi perlakuan dengan hasil terbaik/tertinggi, Lihat (Tabel 4.3). Berat kering tanaman mencerminkan status nutrisi tanaman dan merupakan indikator yang menentukan baik buruknya suatu pertumbuhan tanaman, berat kering tanaman berkaitan sangat erat kaitannya dengan ketersediaan unsur hara. Hal ini didukung oleh pernyataan Tisdale dan Nelson (1984), yang menjelaskan bahwa ketersediaan unsur hara yang baik dapat meningkatkan berat kering tanaman. Unsur hara tanaman, utamanya unsur hara N, sangat berperan dalam pertumbuhan tanaman dan tentunya sangat berpengaruh terhadap hasil tanaman. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar nitrogen di dalam tanah maka kebutuhan nitrogen tanaman pada fase vegetatif akan tercukupi, sehingga dapat meningkatkan berat brangkasan kering tanaman. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sinkron dengan data hasil analisis N-tersedia tanah, dimana pupuk kompos (P5) mengandung N- tersedia tertinggi, yaitu 177 ppm dibandingkan dengan P4 (47 ppm), P6=P3 (33 ppm), P7 (16 ppm) dan P2 (15 ppm).

Tabel 3. Bobot Umbi Tanaman Ubi jalar

Perlakuan	Bobot umbi (g)	
	Horizontal	Vertikal
P1	276.77 a	230.37 a
P2	421.30 bc	421.97 c
P3	392.87 b	377.50 bc
P4	361.20 b	346.87 b
P5	554.13 d	529.17 e

P6	470.13 c	451.73 cd
P7	502.87 c	492.97 d
BNJ 5%	64.22	32.66

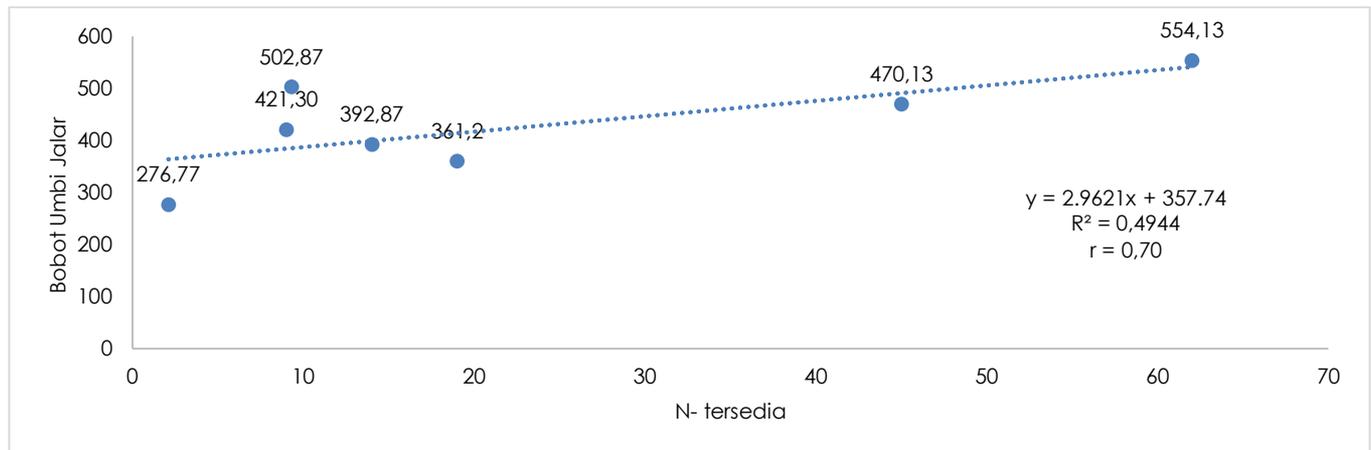
Keterangan: angka pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada pada uji lanjut BNJ 5%.

Data pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa macam bahan organik yang digunakan berpengaruh nyata terhadap bobot umbi tanaman ubi jalar. Perlakuan kompos (P5) menjadi perlakuan dengan nilai bobot umbi tertinggi.

Anggarayasa, dkk (2018) melaporkan bahwa peningkatan dosis kompos yang digunakan akan berbanding lurus dengan peningkatan bobot umbi. Ketersediaan unsur hara (N, P, dan K) yang mencukupi dalam kompos akan memberikan respon positif terhadap peningkatan bobot umbi. Hara tersebut akan diserap dan dibawa ke daun untuk diasimilasikan dalam proses fotosintesis. Salah satu hasil fotosintesis ini adalah fruktan, yang diperlukan untuk pembentukan umbi (Yeti dan Elita, 2008). Dalam penelitian pupuk kompos memiliki nilai N- total 2,00 dan N- tersedia (177 ppm) tertinggi dibandingkan pupuk organik lainnya. Kandungan N yang tertinggi pada pupuk kompos inilah yang mungkin menjadi penyebab superioritas pupuk kompos terhadap pupuk-pupuk organik yang lainnya

4.4 Hasil Analisis Regresi Korelasi antara N- Tersedia Tanah dengan Umbi Ubi Jalar

Untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara kadar N-tersedia terhadap hasil tanaman Ubi jalar, telah dilakukan analisis regresi dan korelasi. Analisis regresi ialah analisis yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya. Sedangkan analisis korelasi merupakan metode untuk mengetahui ada tidaknya hubungan dan/atau tingkat keeratan hubungan antara dua variabel. Pada penelitian ini korelasi antara kadar N-tersedia dengan nilai hasil tanaman ubi jalar menghasilkan data analisis yang berkorelasi linear. Adapun hasil analisis regresi dan korelasi tersebut secara lengkap disajikan pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Korelasi Kadar N-Tersedia Terhadap Bobot Umbi Ubi Jalar

Hasil analisis regresi dan korelasi menunjukkan bahwa ketersediaan N-tersedia pada berbagai bahan organik yang diaplikasikan berkorelasi positif dengan bobot umbi. Hasil regresi dan korelasi antara N-tersedia dengan bobot umbi memiliki koefisien determinasi (R²) sebesar 0,49. Hal ini menunjukkan bahwa nilai pada bobot umbi akan ditentukan oleh kadar N-tersedia sebesar 49 %.

Nilai koefisien korelasi (r) yang merupakan kekuatan (strength) hubungan linier dan arah hubungan dua variabel acak sebesar 0,70, memberi arti bahwa kadar N-tersedia memiliki korelasi yang cukup kuat. Korelasi dari faktor tersebut merupakan korelasi positif yang berarti semakin tinggi kadar N tersedia pada bahan organik yang digunakan, maka nilai bobot umbi juga akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya.

Dalam hal ini Nitrogen mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil panen tanaman Ubi jalar. Menurut Irwan dkk. (2005) peningkatan kadar nitrogen di dalam tanah pada fase vegetatif tanaman dapat memenuhi kebutuhan nitrogen tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya, yang pada akhirnya akan meningkatkan berat biomassa tanaman. Sementara itu, bahan organik sendiri berperan dalam menambah kadar hara, dan akan memperbaiki sifat tanah sehingga mampu untuk menunjang tanaman agar dapat tumbuh optimal (Pranata, 2010). Hasil regresi dan korelasi tersebut menunjukkan bahwa bahan organik yang ditambahkan dengan dosis yang cukup akan menjadikan kebutuhan N dan hara lainnya yang dibutuhkan oleh tanaman akan tercukupi dan mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman secara optimal. Hasil ini didukung oleh kesimpulan Istarofah dan Salamah (2017) yang menyatakan bahwa semakin banyak unsur hara (nitrogen) yang ditranslokasikan ke bagian tanaman maka kualitas tanaman semakin bagus.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan macam bahan organik kedalam media tanam buatan meningkatkan kesuburan N-tersedia tanah
2. Penambahan berbagai macam bahan organik berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah tunas, bobot berangkasan basah, bobot berangkasan kering dan bobot umbi ubi jalar
3. Penambahan pupuk kompos (P4) memberikan pertumbuhan panjang tanaman (197,4 cm dan 196,0 cm), jumlah daun (82,7 helai dan 78,0 helai), jumlah tunas (24,5 helai dan 23,5 helai), berat berangkasan basah (1845,25 g dan 1788,05 g) dan berat berangkasan kering (156,81 g dan 177,23 g) dan hasil ubi jalar (554,13 g dan 529,17 g) terbaik.
4. Terdapat hubungan regresi dan korelasi anatara N-tersedia media tanam dengan bobot umbi ubi jalar dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,49$ dan korelasi $r = 0,70$ yang termasuk dalam kategori korelasi sangat kuat.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, khususnya kepada yang terhormat Bapak Ir. R. Sri Tejowulan, M.Sc., Ph.D. dan Bapak Zaenal Arifin, SP.,M.Sc selaku dosen pembimbing utama dan pendamping, yang selalu memberikan arahan dan dukungan kepada penulis. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada kedua orang tua tercinta, sahabat, dan teman-teman Soiler semoga Allah SWT membalas segala budi baik dari semua pihak yang telah membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aero, W. 2011. Analisis Keberlanjutan Praktik Pertanian Organik di Kalangan Petani. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Afandie Rosmarkam dan Nasih Widya Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Yogyakarta: Kanisius
- Agoes, D. 1994. Berbagai Jenis Media Tanam dan Penggunaannya. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Aminah S., G. B. Soedarsono dan Y. Sastro. 2003. Teknologi Pengomposan.
- Amrah, M. L. 2008. Pengaruh Manajemen Jerami Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). [Skripsi]. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Annisa, Febri dan Leni. 2016. Urban Farming bertani kreatif sayur, hias, dan buah. Jakarta: Agriflo.
- Anggarayasa., Catur., Made S. Y., dan Agung S. P. R. A., Pengaruh Jarak Tanam Dan Pupuk Kompos Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah. GEMA AGRO 23.2 (2018): 162-166.
- Ardi, R. 2010. Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah Pada Berbagai Kelerengan dan Kedalam Hutan Alam (Studi kasus di Taman Nasional Leuser, Seksi Besitang), [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Asroh.A. 2009. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis. Fakultas Pertanian. Batu Raja.
- Astiko, W. 2013. Pemanfaatan jasa biologis Mikoriza Indegenus Untuk Meningkatkan Produksi Kedelai Dilahan Berpasir Lahan Kering Lombok Utara. Disertasi Doktor. Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Mataram.
- Atkinson, R.L., Atkinson, R.C. dan Hilgrad, E.R. 2002. Pengantar Fisiologi tanaman. (terjemahan Taufiq, H). Edisi Kedelapan. Jakarta : Erlangga.
- Badan Pertanahan Nasional. (2019). Diambil kembali dari www.peta.bpn.go.id
- Badan Pusat Statistika. 2020. Statistik Produksi Tanaman Holtikultura Provinsi Nusa Tenggara Barat. CV. Maharani. Nusa Tenggara Barat.
- Balai Penelitian Teknologi Pertanian. 2011. Arang Hayati (BIOCHAR) Sebagai Bahan Pembenh Tanah. Edisi Khusus Penas XIII-Juni 2011. Aceh.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta. 2011. Budidaya Tanaman. BPTP Yogyakarta.
- Balai Pertanian dan Tanaman Pangan (BPTP). 2011. Teknologi Budidaya Ubi Jalar. Sulawesi Selatan.
- Barus J. 2015. Efektivitas Dolomit dan Biochar Sekam Terhadap Produktivitas Dua Varietas Padi Rawa. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2015, Palembang. ISBN: 979-587-580-9.
- Bhaskoro A.W., Novalia, K., dan Syekhfani. 2015. Efisiensi Pemupukan Nitrogen Tanaman Sawi pada Inseptisol melalui Aplikasi Zeolit Alam. Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan 2 (2): 219-226.
- BPTP. 2011. Tanaman Ubi Jalar. BPTP: Bogor.
- Chauhan, A.K., A. Das, H. Kharkwal, A.C, Kharkwal and A. Varma. 2006. Impact of Micro-organisms on Environment and Health. In Chauhan, A.K. and A. Varma (Eds.), Microbes Health and Environment. I.K. International Publishing House Pvt. Ltd. S-25, Green Park Extension. New Delhi.

- Dariah A., Sutono dan Nurida N.L. 2010. Penggunaan pembenh tanah organik dan mineral untuk perbaikan kualitas tanah Typic Kanhapludults, Taman Bogo, Lampung. *Jurnal Tanah dan Iklim* No. 3.
- Deckers, J., O Spaargaren and F. Nachtergaele. 2001. Vertisols: Genesis properties and soilscape management for sustainable development. p. 3-20. In Syers, J. K, F. W. T. Penning De Vries, and P. Nyamudeza (Eds): *The Sustainable Management of Vertisols*. IBSRAM Proceeding No. 20.
- Dina, AS. 1994. *Aneka Jenis Tanaman dan Penggunaannya*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Dody. 2015. Pengaruh jenis biochar dan konsentrasi pupuk agrodyke terhadap pertumbuhan bibit mahoni. *Jurnal Biologi Edukasi* 13(6): 71-77
- Gani, A. 2009. *Biochar Penyelamat Lingkungan*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* No. 31
- Gani, Anischan. 2009. Arang Hayati "Bochar" sebagai Komponen Perbaikan Produktivitas Lahan. *Iptek Tanaman Pangan* Vol. 4 No. 1
- Gusmailina., Komarayati, S., dan Pari, G. 2015. *Membangun Kesuburan Tanah dengan Arang*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Hanafiah, A. K. 2010. *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada : Jakarta.
- Hakim, et al..1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Lampung; Penerbit Universitas Lampung.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hartatik, W., Widowati, L.R. 2006. Pupuk Kandang Dalam R. D. M. Simanungkalit, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, W. Hartatik (Edr.) *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbag Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. Hal 58-82.
- Hasyim, A. dan M. Yusuf. 2008. Diversifikasi Produk Ubi jalar sebagai Bahan Pangan Substitusi Beras. *Badan Litbang Pertanian, Malang*.
- Hayati, E.2010. Pengaruh pupuk organik dan anorganik terhadap kandungan logam berat dalam tanah dan jaringan tanaman selada. *Jurnal Floratek* vol 5 (1):113-123.
- Hikmah, A. 2008. *Pemberian Beberapa Bahan Organik Pada Budidaya Tanaman Mentimun (Cucumis sativus L.) Serta Pengaruh Terhadap Pertumbuhan Dan Serapan Cu Dan Zn*. Skripsi. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor. Hal 185- 189.
- HIVOS. 2012. *Bio-slurry*. Hivos National Biogas Rumah (BIRU) Program Support. Jakarta.
- Hunt, J., Duponte, M., Sato, D., and Kawabata, A. 2010. *The Basics of Biochar : A Natural Soil Amendment*. College of Tropical Agriculture and Human Resources. Hawai'i. 6 hal.
- I nyoman sunarta. „"Penuntun paktikum sifat fisika tanah (Mk. Dasar-dasar ilmu tanah) P.S. Pertanian kelas B. Fakultas Pertanian Universitas Udayana Denpasar 2012
- Indrakusuma. 2000. *Skripsi Pupuk Organik Cair Supra Alam Lestari*. Surya Pratama Alam. Yogyakarta.
- Irwan, dkk. 2005. Pengaruh Dosis Kascing dan Bioaktivator Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassicajuncea L.*) yang dibudidayakan secara organik. *Jurnal Pertanian*. Bandung: Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian UNPAD.
- Jeffery S., Rayzman V. and Pevzner, I. (2012). *Technology of Coal Fly Ash Processing into Metallurgical Properties of Fly Ash-Based Geopolymers*. *Colloids and Surfaces. Physicochemistry Engineering Aspects*, Accepted Manuscript.
- Kartini, N.L. 2000. *Pertanian Organik sebagai Pertanian Masa Depan*. Proseding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian dalam upaya Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian bekerjasama dengan Universitas Udayana. Denpasar: Universitas Udayana.
- Latuamury, N. 2015. Pengaruh tiga jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau (*Vigna radiata L.*). *J. Agroforestri*. 10 (2): 210- 216.
- Lehmann J and Joseph, S. 2009. *Biochar for Environmental Management: An Introduction*. Science and Technology (Johannes Lehmann and Stephen Joseph Eds.). First published by Earthscan in the UK and USA in 2009. 12 pp.
- Lehmann, J. and M. Rondon. 2006. *Biochar Soil Management on Highly Weathered Soils in The Humid Tropics*. p. 517–530. In: *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems* (Norman Uphoff et al Eds). Taylor & Francis Group PO Box 409267 Atlanta, GA 30384-9267.
- Lingga, P. 1994. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lingga, P. 2001. *Pertanaman Ubi-ubian*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Lukman, Liferdi. 2011. *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Vertikultur*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Ma'shum M. 2005. *Kesuburan dan Pemupukan*. Mataram university Press. Mataram.
- Ma'shum M. 2005. *Pengaruh Berat Volume Abu Bagi Tanah*. Laboratorium Biologi dan Bioteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Makarim et al. 2009. *Pengaruh Konsentrasi Abu Sekam*. (12):1853-1903.
- Marsono dan sigit, P., 2001. *Pupuk akar Jenis dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Martanto. 2001. *Pengaruh Abu Sekam Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Intensitas Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat*. Jurnal Irian Jaya Agro 8: 37-40.
- Mashur, 2000., *Kajian Perbaikan Teknologi Budidaya Cacing Tanah Eisenia Foetida Savigini Untuk Meningkatkan Produktivitas Biomassa dan Kualitas Eksmekat Dengan Memanfaatkan Limbah Organik Sebagai Media*. Thesis Program Pasca Sarjana. Institusi Pertanian Bogor.
- Milind, P., & Monika. 2015. *Sweet Potato as A Super-Food*. Int. J. Res. Ayurveda Pharm. Pharmacology Division, Dept. Pharm. Sciences, Guru Jambheshwar University of Science and Technology Hisar, Haryana, India., Vol. 6 (4).
- Muharam, dan A. Saefudin. 2016. *Pengaruh Berbagai Pembenh Tanah Terhadap Pertumbuhan Dan Populasi Tanaman Padi Sawah (Oryza sativa, L) Varietas Dendang Di Tanah Salin Sawah Bukaan Baru*. Agrotek Indonesia, 1 (2): 141 – 150.
- Mulyati, Olivia, I. Y, Sukartono dan Dahlan, 2014. *Retensi Hara Pada Tanah Lempung Berpasir Akibat Pemberian Biochar dan Pupuk Kandang Pada Sistem Simulasi Pelindian Untuk Tanaman Jagung*. Seminar Nasional Pengelolaan Biomassa untuk Konservasi Lahan dan Untuk System Pertanian Berkelanjutan tanggal 14 Juni 2014. Mataram.
- Murbandono, L. 2003. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta. 54 halaman.
- Nitisapto, M. 1993. *Budidaya Sayuran Pertanian Vertikal*. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, UGM: Yogyakarta.
- Nofrianda. 2017. *Rancangan Instalasi Hidroponik Vertikultur Sebagai Alternatif Lahan Sempit di Perkotaan*. Diploma thesis, Universitas Andalas.
- Noverita, S. 2005. *Pengaruh konsentrasi pupuk pelengkap cair nipkaplus dan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman baby kaylan (brassica oleraceae l. Var. Acephala dc) Secara Vertikultur*. Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian, 3 (1): 1—10.
- Noviza, 2005. *Petunjuk Pemupukan Yang Efektif*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Ohorella Z. 2012. *Pengaruh Dosis Pupuk Organik Cair (POC) Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (Brassica sinensis L.)*. Jurnal Agroforestri 7(1): 43-49.
- Piranti, R. d. (2009). *Nutrient Limiting Factor for Enabling Algae Growth of Rawapening Lake*. Jurnal Manusia dan Lingkungan, 133-140.
- Prada, G. 2015. *Filoremidiasi Tanah Tercemar Logam Besi (Fe) dan Kobalt (Co) dengan Tanaman Akar Wangi (Vetiveria zizanioides) Pada Media Tanah Berkompos*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanudin. Makasar.
- Pranata, 2010. *Tip Jitu Bertanam 16 Tanaman Buah Dan Sayur*. AgroMedia, Jakarta.
- Prihmantoro, H. 2001. *Memupuk Tanaman Sayur*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Priyono J. 2005. *Kimia Tanah*. Mataram University Press. Mataram.
- Polii, M.G. 2009. *Respon produksi tanaman kangkung darat (Ipomea reptans Poir.) terhadap variasi waktu pemberian pupuk kotoran ayam*. Soil Environment Journal, 7(1): 18-22
- Punuindoong S. 2017. *Respon Tanaman Bayam (Amaranthustricolor L.) Terhadap Pemberian Berbagai Jenis Pupuk Organik Pada Tanah Marginal*. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Purwanto, J. 2012. *Pengaruh Media Tanam Arang Sekam dan Batang Pakis Terhadap Pertumbuhan Cabai Merah Keriting (Capsicum annum L) Ditinjau dari Intensitas Penyiraman Air Kelapa*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Rondon, M., J. Lehman, J. Ramirez, and M. Hurtado. 2007. *Biological Nitrogen Fixation by common beans (Phaseolus vulgaris L.) Increases with Bio-char Addition*. Biology and Fertility Soil. 43: 699 – 708.
- Salamah, Z. 2005. *Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (Brassica juncea L.) dengan Pemberian Kompos Berbahan Dasar Daun Paitan (Thitonia diversifolia)*. Bio-site 1 (1) : 39-46.

- Salim E. 2012. Biochar Merupakan solusi Bagi Tanah Marginal. Ilmu Tanah. <http://agrotekn.blogspot.co.id/2012/10/biochar-merupakan-solusi-bagi-tanaman.html?m=1>. [Diakses, Tanggal 30 November 2021].
- Samekto, R. 2006. Pupuk Kompos. Citra Adi Parama. Yogyakarta.
- Saridevi, 2013. Perbedaan Sifat Biologi tanah Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Tanah Andisol, Inceptisol, dan Vertisol. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika* Vol. 2, No. 4.
- Sembiring M. P. 2011. Pemanfaatan Kompos Sludge Pada Tanaman Selada (*Lactuca sativa*). Di dalam: Prosiding STNK TOPI 2011. Pekanbaru, 21-22 Juni 2011. Hal. 1 – 4.
- Setjamidjaja, D., 1986. Pupuk dan Pemupukan. Cv simplex. Jakarta.
- Setyoko, Bayu dan Purbayu Budi Santoso. (2013). "Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keputusan Petani Mengkonversi Lahan Pertanian menjadi Lahan Non Pertanian." *Diponegoro Journal of Economics*. Volume 3. Nomor 1.
- Setyorini, D., Rasti Saraswati, dan Ea Kosman Anwar. 2012. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Badan penelitian dan perkembangan penelitian.
- Shahabz, M. 2011. Potential of Bioslurry and Compost at Different Levels of Inorganik Nitrogen to Improve Grown and Yield of Okra (*Hibiscus esculetus L.*). [Master Thesis, unpublshield]. University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan.
- Simanungkalit. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Sisworo W.H. 2006. Swasembada Pangan dan Pertanian Berkelanjutan. Badan Tenaga Nuklir Indonesia. Jakarta.
- Srilaba, N. 2013. "Pengaruh Dosis Pupuk Kascing Dan Dosis Pupuk Fosfat Terhadap Hasil Jagung Manis (*Zea mays*. *Saccharata Strut*) Dilahan Kering Andisol Candikuning" (Tesis). Denpasar Universitas Udayana.
- Sriyanto, D., Astuti, P., dan Sujalu, A.P. 2015. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung Ungu dan Terung Hijau (*Solanum melongena L.*). *Jurnal Agrifor*. ISSN: 1412-6885. Voleme XIV, Nomer 1. Maret 2015. Fakultas Pertanian. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Stevenson, F.T. 1982. Humus Chemistry. John Wiley and Sons, Newyork.
- Suama, I. W., 2001. Pengaruh Pupuk Organik Kascing Terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kualitas Hijaun Dalam.
- Sukartono 2011. Pemanfaatan Biochar Sebagai Bahan Amandemen Tanah untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air dan Nitrogen Tanaman Jagung (*Zea mays*) di Lahan Kering Lombok Utara. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sumpena, U. dan Meilani, I. 2005. Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Mentimun (*Cucumis sativusL.*). *J. Agrivigor* Vol. 5, No.1, hal 26-33.
- Sutanto, R. 2006. Penerapan Pertanian Organik. Kanisius. Yogyakarta.
- Sutaminingsih, C.L. 2003. Vertikultur pola tanam secara vertikal. Bogor: Kanisius. Hal 12-17.
- Sutedjo, M. M. 2010. Pupuk dana cara pemupukan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Syamsuddin, 2012. Fisika Tanah. Buku Ajar Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Syukur, a. 2005. Pengaruh Pemberian Bahan Organik Pada Sifat – Sifat Tanah. *Jurnal Jurusan Ilmu Tanah dan Lingkungan*, Vol 6 (2) p: 15-21.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson., J. D. Beaton. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. Ed ke-4. New York: MacMillan
- United State Army Enviromental centre (USEA). 2010. Bio-slurry.
- Wanhar, A. N. 2013. Pengamatan Sifat Fisik Ubi Jalar (Asal Gisting Kabupaten Tanggamus Dan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan) Pada Dua Metode Penyimpanan. Skripsi S-1. Fakultas Pertanian: Universitas Lampung.
- Wayah, E., Sudiarso., dan R. Soelistyono. 2014. Pengaruh Pemberian Air Dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays Saccharata Sturt L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2 (2): 94- 102.
- Widodo T.W., ana N., Asari A., dan Unadi A., 2006. Pemanfatatan Energi Biogas Untuk Mendukung Agribisnis Di Pedesaan. *Jurnal Balai Besar Pengembangan Mekanisme Pertanian*.
- Widowati, L.R., S. Sleutel, and D. Setyorini. 2005. Nitrogen mineralization from amended and unamended intensively managed tropical Andisols and Inceptisols. *Soil Research*, 50:136-144
- Winten, K.T.I. 2006. Pengaruh Dosis Pupuk Kascing Dan Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactuca sativa L*) (tesis). Program Pascasarjana Universitas Udayana Denpasar.
- Wimudi, M. dan S. Fuadiyah. 2021. Pengaruh Cahaya Matahari Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radaia L.*). Prosiding SEMNAS BIO. Universitas Negeri Padang. Padang.

- Yeti, H. dan E. Elifa. 2008. Penggunaan pupuk organik dan KCl pada tanaman bawang merah. *Jurnal Sagu*, 7(1): 13–18
- Yuliarti, N. 2009. 1001 Cara Menghasilkan Pupuk Organik. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Yuniwanti, M. Iskarina, dkk. 2012. Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos Dari Sampah Organik Dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi Volume 5 Nomor 2*. Yogyakarta: AKPRIND.
- Yustiningsih, M. 2019. Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Matahari Langsung. *Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol. 4 (2): 44-49.