

**RESPONS PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA DAN SIFAT KIMIA MEDIA TANAM TERHADAP
PEMBERIAN PUPUK HAYATI DAN PUPUK ORGANIK**

**RESPONSES OF ARABICA COFFEE SEEDLINGS GROWTH AND PLANTING MEDIA CHEMICAL
PROPERTIES TO APPLICATIONS OF BIOFERTILIZER AND ORGANIC FERTILIZER**

ling Sobari*, Kurnia Dewi Sasmita, Dewi Nur Rokhmah, Sakiroh, Handi Supriadi

Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong, Kab. Bogor, Jawa Barat, Indonesia

*Korespondensi : iing, sobari@gmail.com

Diterima: 27 Juni 2023 / Disetujui : 25 November 2023

ABSTRAK

Penggunaan media tanam tanah dengan kualitas kesuburan yang rendah dapat menghambat pertumbuhan bibit. Aplikasi pupuk hayati dan pupuk organik pada pembibitan tanaman perkebunan bertujuan untuk memperbaiki kualitas media tanam dan memacu pertumbuhan bibit lebih optimal. Keefektifan pupuk hayati diduga dipengaruhi oleh formula bahan pembawa dan karakteristik media tanam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh formula pupuk hayati dan dosis pupuk organik terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika dan sifat kimia media tanam. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama terdiri dari formula pupuk hayati yaitu tanpa pupuk hayati, pupuk hayati padat 10 g polybag⁻¹, pupuk hayati cair 10 ml polybag⁻¹. Faktor kedua adalah dosis pupuk kandang domba (2%, 4%, 6%, dan 8%). Hasil percobaan menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati padat secara nyata dapat meningkatkan vigor bibit (tinggi, diameter batang, dan jumlah daun) bibit kopi umur 6 BST (bulan setelah tanam). Dosis pupuk kandang 6% menghasilkan bobot kering daun bibit kopi umur 6 BST yang paling tinggi. Peningkatan dosis pupuk kandang 2% menjadi 8% dapat meningkatkan secara nyata pH, kadar C organik, P tersedia, KTK, K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd media tanam. Aplikasi formula pupuk hayati padat dan pupuk kandang dapat menunjang produksi bibit kopi arabika yang berkualitas baik.

Kata Kunci: Dosis Pupuk Kandang, Formula Pupuk Hayati, Kandungan Hara, Vigor Bibit

ABSTRACT

Using soil planting media with low fertility can inhibit seedling growth. Biofertilizer and organic fertilizer applications in plantation nurseries aim to improve the planting media quality and stimulate seedling growth. The effectiveness of biofertilizers is thought to be influenced by the carrier formula and the planting medium characteristics. This study aimed to determine the effect of biofertilizer formulas and organic fertilizer doses on the growth of Arabica coffee seedlings and the planting media chemical properties. The experiment used a randomized block design with two factors. The first factor was biofertilizer formula types, namely

without biofertilizers, 10 g polybag⁻¹ solid biofertilizer, and 10 ml polybag⁻¹ liquid biofertilizer. The second factor was sheep manure dosage (2%, 4%, 6%, and 8%). The results showed that the solid biofertilizers significantly increased seed vigor (height, stem diameter, and number of leaves) of coffee seedlings aged 6 MAP (months after planting). The dose of 6% manure produced the highest leaf dry weight of coffee seedlings aged 6 MAP. Increasing the dose of manure from 2% to 8% could significantly increase the pH, organic C content, P-available, CEC, exchangeable potassium, exchangeable calcium, and exchangeable magnesium of the planting medium. The application of solid biofertilizer formula and manure can support the production of good-quality Arabica coffee seedlings.

Key words: Biofertilizer Formula, Dosage of Manure, Nutrient Content, Seedling Vigor

PENDAHULUAN

Tanaman kopi merupakan salah satu komoditas yang sebagian besar dikelola oleh perkebunan rakyat, yaitu mencakup 98,3% dari total luas area pengembangan kopi di Indonesia (Ditjenbun, 2022). Petani seringkali memiliki masalah keterbatasan modal untuk pengadaan saprodi termasuk pupuk organik. Kebutuhan pupuk organik umumnya dalam jumlah besar mulai dari pembibitan sampai pemeliharaan tanaman di lahan. Pada tahap pembibitan, media tanam yang digunakan harus mengandung unsurhara yang cukup dan lengkap, dengan sifat fisik dan biologi yang baik sehingga dapat mendukung pertumbuhan bibit secara optimal. Pemberian pupuk organik dalam jumlah yang tepat akan efektif dalam menghasilkan pertumbuhan bibit yang baik.

Pemberian pupuk kandang memperbaiki status hara, meningkatkan daya retensi air, menstimulasi pertumbuhan mikroba tanah, mengubah struktur mikroba tanah dan meningkatkan aktivitas enzim sehingga berdampak terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah (Tejada *et al.*, 2008; Pujiyanto, 2011; Lazcano *et al.*, 2012). Beberapa penelitian terkait dosis pupuk organik sudah dilaporkan diantaranya oleh Yulianti *et al.* pada bibit kopi liberika. Dosis

pupuk organik yang tepat dan efisien untuk pembibitan kopi arabika masih perlu dikaji.

Peningkatan kualitas media tanam juga dapat menggunakan pupuk hayati. Pupuk hayati merupakan bahan yang mengandung mikroba hidup yang diaplikasikan pada benih, tanaman, atau tanah, sehingga berkolonisasi di rizosfer atau bagian tanaman, dan memacu pertumbuhan tanaman dengan membantu penyediaan hara ke tanaman (Mahanty *et al.*, 2017) dan produksi hormon pemacu tumbuh. Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa dampak positif pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman perkebunan, yaitu kopi (Urgiles-Gómez *et al.*, 2021), kakao (Sasmita *et al.*, 2022; Tarigan *et al.*, 2022) dan karet (Sugiyanta & Septianti, 2019).

Beberapa faktor yang menentukan keefektifan pupuk hayati adalah keunggulan/kualitas mikroba, formulasi pupuk hayati, jenis tanaman, sifat tanah, dan metode aplikasi (Malusà *et al.*, 2016). Metode dan dosis aplikasi mempengaruhi keefektifan pupuk hayati pada pembibitan pala (Kalay *et al.*, 2020). Jenis bahan pembawa juga mempengaruhi keefektifan pupuk hayati.

Keefektifan pupuk hayati diduga akan dipengaruhi oleh dosis pupuk organik yang

ditambahkan dalam media tanam. Penelitian interaksi pupuk hayati dengan pupuk organik telah dilaporkan pada tanaman lainnya (Hindersah *et al.*, 2021). Namun interaksi formula pupuk hayati dan pupuk kandang terhadap tanaman kopi dan sifat tanah masih perlu diulas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh formula pupuk hayati dan beberapa dosis pupuk kandang terhadap pertumbuhan bibit kopi arabika dan sifat kimia media tanam. Penelitian ini diharapkan memberikan rekomendasi formula pupuk hayati dan dosis pupuk kandang yang tepat pada bibit kopi arabika, yang dapat menjadi

gambaran dalam pemanfaatannya di lahan perkebunan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei 2018 sampai Maret 2019 di rumah kaca dan Laboratorium Terpadu BSIP Tanaman Industri dan Penyegar. Bahan tanaman yang digunakan adalah kopi arabika Sigararutang umur 1,5 bulan setelah semai. Bahan untuk media tanam adalah tanah yang berasal dari Kebun Percobaan Pakuwon, Sukabumi, dengan karakteristik yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat kimia tanah Inceptisol di KP Pakuwon

Karakteristik tanah	Metode	Nilai	Kriteria **)
pH	H ₂ O	4,96	Masam
C-organik (%)	Walkley & Black	2,15	Sedang
N-total (%)	Kjeldahl	0,23	Sedang
P tersedia (ppm P ₂ O ₅)	Bray 1	4,49	Rendah
K-dd (cmol(+)/kg)	Ekstrak NH ₄ OAc 1M	0,69	Tinggi
Ca-dd (cmol(+)/kg)	Ekstrak NH ₄ OAc 1M	5,05	Rendah
Na-dd (cmol(+)/kg)	Ekstrak NH ₄ OAc 1M	0,23	Rendah
Mg-dd (cmol(+)/kg)	Ekstrak NH ₄ OAc 1M	1,56	Sedang

Keterangan : **) Disesuaikan menurut kriteria Balai Penelitian Tanah, Bogor (2012)

Tanah yang digunakan pada percobaan ini memiliki pH yang tergolong masam dengan kandungan bahan organik yang sedang. Kandungan P tersedia tergolong rendah sedangkan kandungan K-dd (dapat ditukar) tinggi, Ca-dd rendah, Na-dd rendah, dan Mg-dd sedang.

Pupuk hayati yang digunakan berupa formula dari tiga spesies mikroba yaitu fungi *Aspergillus niger* JBKS 2, bakteri *Rhodococcus qingshengii* JBKS 1 dan *Burkholderia ambifaria* SS1-2. Isolat-isolat tersebut memiliki kemampuan dalam pelarutan P dan K, menghasilkan enzim selulase, dan hormon pemacu tumbuh

tanaman (IAA, GA-3, kinetin, dan zeatin). Pupuk hayati padat memiliki kerapatan bakteri total 10⁹ CFU g⁻¹ dan fungi 10⁸ CFU g⁻¹ dengan bahan pembawa zeolit dan kompos (8:2 b/b). Pupuk hayati cair memiliki kerapatan bakteri total 10¹⁰ CFU ml⁻¹ dan fungi 10⁸ CFU ml⁻¹. Pupuk kandang yang digunakan adalah pupuk kandang domba yang telah dikeringanginkan dan diayak dengan saringan ukuran 0,5 cm. Kandungan hara pupuk kandang disajikan pada Tabel 2.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok pola faktorial yang terdiri atas dua faktor dengan 3 ulangan. Faktor

pertama adalah perlakuan formula pupuk hayati yang terdiri dari 3 taraf: b0= tanpa aplikasi pupuk hayati (kontrol), b1= pupuk hayati padat, dan b3=pupuk hayati cair. Faktor kedua adalah aplikasi pupuk kandang domba pada media pembenihan yang terdiri dari empat taraf yaitu: p1 = 2%

bobot/bobot ($25 \text{ g polybag}^{-1}$), p2 = 4% ($50 \text{ g polybag}^{-1}$), p3 = 6% ($75 \text{ g polybag}^{-1}$) dan p4 = 8% ($100 \text{ g polybag}^{-1}$). Polybag yang digunakan berukuran $15 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ dengan bobot total media tanam $1.250 \text{ g polybag}^{-1}$. Pupuk hayati padat diberikan sebanyak 10 g, dan pupuk hayati cair sebanyak 10 ml.

Tabel 2. Karakteristik kimia pupuk kandang domba

Parameter	Metode	Nilai
C organik (%)	Pengabuan	23,81
N total (%)	Kjeldahl	1,14
P total (%)	Pengabuan basah	0,34
K total (%)	Pengabuan basah	0,06

Tanah untuk media tanam terlebih dahulu dibersihkan dari akar dan sampah, dikeringanginkan, kemudian diayak menggunakan ayakan lolos 5 mm. Selanjutnya dilakukan penetapan kadar air tanah untuk mengetahui bobot kering angin (BKA). Masing-masing bahan sesuai dosis perlakuan pupuk kandang domba dengan total media 1,250 g BKA. Tanah dan pupuk kandang domba kemudian dicampur merata dan dimasukkan ke dalam polybag berukuran $15 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$. Kondisi air dalam media pembenihan selama inkubasi dijaga pada kapasitas lapang dengan cara melakukan penyiraman air setiap dua hari sekali sampai air mengalir keluar dari lubang polybag. Selanjutnya kecambah kopi arabika hasil persemaian berumur 1,5 bulan ditanam ke dalam polybag. Pemberian pupuk hayati dilakukan pada benih kopi umur 3 bulan setelah tanam di polybag. Inokulasi pupuk hayati padat sebanyak $10 \text{ g polybag}^{-1}$ ditaburkan dan ditimbun kembali di sekitar perakaran benih kopi. Sementara aplikasi pupuk hayati cair sebanyak 10 ml diencerkan dulu sampai 50 ml dengan air akuades kemudian disiramkan di sekitar perakaran benih kopi. Pemeliharaan benih

meliputi penyiraman, penyiangan, dan pengendalian hama.

Pengamatan pertumbuhan benih meliputi pertambahan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, bobot kering daun, batang, dan akar. Tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang di ukur pada saat benih berumur 3 dan 6 BST (bulan setelah tanam). Pertambahan tinggi, jumlah daun dan diameter batang merupakan selisih antara tinggi, jumlah daun dan diameter batang pada 3 dan 6 BST dengan tinggi benih, jumlah daun dan diameter batang awal. Pengukuran tinggi tanaman menggunakan mistar/penggaris dengan ketinggian 2 cm dari permukaan tanah, dengan. Pemberian tanda pengukuran 2 cm dari permukaan tanah dilakukan sebelum pengamatan awal menggunakan spidol permanen putih. Sebelum dilakukan pengamatan awal batang diberi tanda putih menggunakan spidol permanen, sehingga pengamatan selanjutnya akan sebagai penanda. Perhitungan jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung jumlah daun yang telah terbuka sempurna. Diameter batang diukur menggunakan jangka sorong pada batang dengan ketinggian 2 cm dari permukaan tanah.

Pengamatan bobot kering bibit diukur pada 6 BST dengan mengambil dua tanaman sampel tiap satuan percobaan. Bobot kering daun, batang dan akar dilakukan dengan mengeringkan daun, batang dan akar menggunakan oven (suhu 65°C selama 48 jam).

Pengamatan kandungan hara media tanam bibit kopi dilakukan pada saat umur tanaman 6 BST. Sifat kimia tanah yang dianalisis adalah pH, C-organik, P-Tersedia, Kapasitas tukar kation (KTK), kation dapat ditukar (K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd). Analisis pH menggunakan pH meter dengan perbandingan tanah dan H₂O 1:5. Analisis C-organik menggunakan metode Walkley and Black. Analisis P-tersedia menggunakan metode Bray-I. Kation dapat ditukar menggunakan ekstrak NH₄OAC 1 N pH 7.

Data dianalisis dengan uji ANOVA. Apabila hasilnya pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji rata-rata perlakuan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf kepercayaan 95%. Analisis data ini dilakukan dengan bantuan software statistik STAR versi 2.0.1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons Pertambahan tinggi, diameter batang, jumlah daun benih kopi

Hasil analisis ragam (anova) menunjukkan bahwa tidak ada interaksi yang nyata antara formula pupuk hayati dan pertambahan dosis pupuk kandang (2-8%) dalam pengaruhnya terhadap tinggi, diameter batang, jumlah daun benih kopi (Tabel 3).

Aplikasi pupuk hayati padat secara mandiri mampu meningkatkan secara nyata pertambahan tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun dengan peningkatan masing-masing sebesar 42,4%,

14%, dan 78,9% dibandingkan kontrol (Tabel 4). Parameter tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun menjadi persyaratan kualitas bibit kopi siap salur. Pada penelitian ini dihasilkan bibit kopi arabika dengan rata-rata tinggi 31,80 cm, diameter batang 4,48 mm, dan jumlah daun 18,85. Pemberian pupuk hayati menghasilkan vigor bibit kopi yang lebih baik sehingga akan mendukung tumbuh kembangnya saat ditanam di lahan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa formula pupuk hayati padat lebih efektif dibandingkan pupuk hayati cair. Hal tersebut diduga karena mikroba dalam kultur cair masih kurang berinteraksi/kontak dengan akar, karena aplikasi menggunakan penyiraman di tanah sekitar pangkal batang pada tanaman umur 3 BST, sementara pupuk hayati padat diberikan dengan cara ditaburkan di sekitar perakaran kemudian ditimbun. Selain itu media kultur cair yang digunakan dalam penelitian ini masih dalam nutrient broth, belum diformulasi untuk meningkatkan viabilitas sel dalam jangka lama. Meskipun aplikasi dilakukan setelah perbanyakan dalam media, efektifitas pupuk hayati cair nampaknya masih lebih rendah dibanding pupuk hayati padat. Mikroba dalam media kultur cair tidak dapat bertahan hidup (survive) lama dan menjadi tidak efektif (Mahanty *et al.*, 2017). Formula pupuk hayati harus dirancang agar pelepasan bakteri ke dalam tanah dapat cepat dan terkendali (Malusa *et al.*, 2012). Pengujian yang dilakukan oleh Sakpirom *et al.* (2021) juga melaporkan bahwa keefektifan pupuk hayati dipengaruhi oleh formula dan strain yang diuji. Pada penelitian tersebut menjumpai bahwa baik formula padat dan cair keduanya efektif dalam memacu pertumbuhan tanaman padi dibandingkan

kontrol, tetapi formula pupuk hayati padat dari 2 strain yang diuji menghasilkan bobot kering akar dan tajuk yang nyata lebih tinggi dibandingkan pupuk hayati cair. Hal

tersebut menunjukkan bahwa jenis bahan pembawa merupakan salah satu faktor yang menentukan keefektifan dari pupuk hayati.

Tabel 3. Hasil analisis ragam untuk parameter vigor benih dan kandungan hara media tanam kopi arabika umur 6 BST

Parameter yang diamati	Pupuk hayati (B)	Dosis pupuk kandang (P)	B*P
Pertumbuhan benih			
1. Pertambahan Tinggi	**	tn	tn
2. Pertambahan diameter batang	*	tn	tn
3. Pertambahan jumlah daun	**	tn	tn
4. Bobot kering daun	tn	*	tn
5. Bobot kering batang	tn	tn	tn
6. Bobot kering akar	tn	tn	tn
Kandungan hara media tanam			
1. pH	tn	**	tn
2. C-organik	*	**	tn
3. N-Total	tn	*	tn
4. P-Tersedia	tn	**	tn
5. KTK	tn	**	tn
6. K-dd	tn	**	tn
7. Ca-dd	tn	**	tn
8. Mg-dd	tn	**	tn

Keterangan: * dan ** masing-masing nyata pada taraf 5% dan 1%

Notes : * and ** significant at 5% and 1% level respectively

Selain bahan pembawa, mikroba yang terkandung dalam formula juga merupakan faktor penting dalam menentukan efektifitas. Formula pupuk hayati dalam penelitian ini mampu meningkatkan vigor benih kopi. Hal tersebut karena perannya yang secara langsung melalui produksi hormon pemacu tumbuh tanaman dan membantu perolehan hara tersedia bagi tanaman. Pupuk hayati yang digunakan dalam penelitian ini mengandung *Aspergillus niger*, *Rhodococcus qingshengii* dan *Burkholderia ambifaria* yang memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat dan menghasilkan fitohormon. *B. ambifaria* SS1-2 dapat melarutkan fosfat dari berbagai

sumber dan produksi fitohormon seperti IAA, GA-3, dan zeatin (Sasmita *et al.*, 2022).

Keefektifan pupuk hayati dalam meningkatkan tinggi bibit dan jumlah daun bibit kopi juga dilaporkan oleh Hartatie & Donianto (2021). Pada tanaman lainnya, Joshi *et al.* (2019) melaporkan tentang keefektifan strain *Rhodococcus qingshengii* S10107 dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Fannie *et al.* (2014) menjumpai strain *Burkholderia* efektif dalam memacu pertumbuhan bayam. Sementara Araújo *et al.* (2022) melaporkan bahwa *A. niger* signifikan dalam meningkatkan tinggi (6,5%), diameter batang (6,1%), dan jumlah

daun (8,5%) bibit kopi arabika umur 30 minggu. *Aspergillus niger* juga dapat meningkatkan bobot segar berbagai tanaman sayuran yaitu selada, kangkung,

terong, semangka, melon, lada, dan tomat dengan peningkatan berkisar 16 – 101% (Mundim *et al.*, 2022) .

Tabel 4. Pengaruh perlakuan mandiri formula pupuk hayati dan dosis pupuk kandang terhadap terhadap vigor benih kopi arabika 6 BST

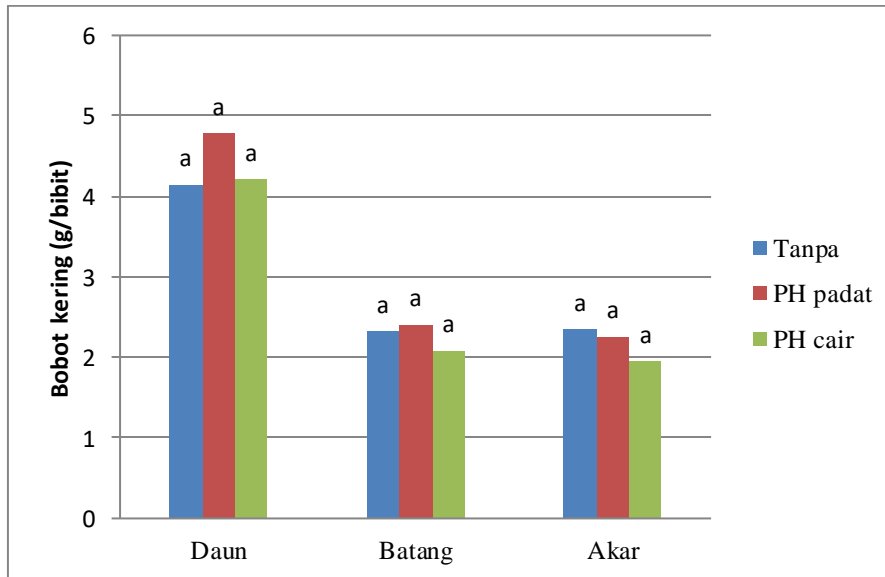
Perlakuan	Tinggi bibit (cm)	Data pertambahan	
		Diameter batang (mm)	Jumlah daun
Aplikasi pupuk hayati			
B0=Tanpa pupuk hayati	9,48 b	1,57 b	2,99 b
B1=Pupuk hayati padat	13,50 a	1,79 a	5,35 a
B2=Pupuk hayati cair	10,61 b	1,64 ab	4,06 ab
Dosis pupuk kandang			
P1=pupuk kandang 2%	10,04	1,58	3,83
P2=pupuk kandang 4%	11,14	1,67	4,13
P3=pupuk kandang 6%	11,62	1,78	3,91
P4=pupuk kandang 8%	11,96	1,64	4,65

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur pada taraf kepercayaan 95 %

Peningkatan dosis pupuk kandang tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit, diameter batang, dan jumlah daun, meskipun kecenderungan terdapat peningkatan tinggi bibit oleh penambahan dosis pupuk kandang, dengan bibit tertinggi pada dosis 8%. Dalam penelitian ini pupuk hayati dan pupuk organik tidak berinteraksi nyata. Beberapa studi melaporkan bahwa pupuk hayati dikombinasikan dengan pupuk organik dapat menghasilkan pertumbuhan tanam dan hasil panen lebih tinggi dibandingkan pupuk organik saja, seperti pada tanaman bawang merah (Hindersah *et al.*, 2021).

Respons bobot kering, daun, batang, akar dan benih kopi arabika

Pemberian formula pupuk hayati tidak berpengaruh nyata terhadap bobot tanaman (daun, batang, dan akar) (Gambar 1), meskipun terdapat pengaruhnya terhadap pertambahan tinggi, diameter batang, dan jumlah daun benih kopi. Sedangkan dosis pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap bobot kering daun. Perlakuan pupuk kandang 6% (P3) menghasilkan bobot kering daun secara nyata lebih tinggi di bandingkan perlakuan pupuk kandang 2% (P1) dan pupuk kandang 8 % (P4), tetapi tidak berbeda nyata dengan pupuk kandang 4% (P2) (Gambar 2). Dengan demikian peningkatan dosis pupuk kandang mampu meningkatkan bobot kering daun kopi sampai dengan 6 %, dan menurun dengan peningkatan pupuk kandang menjadi 8 %.

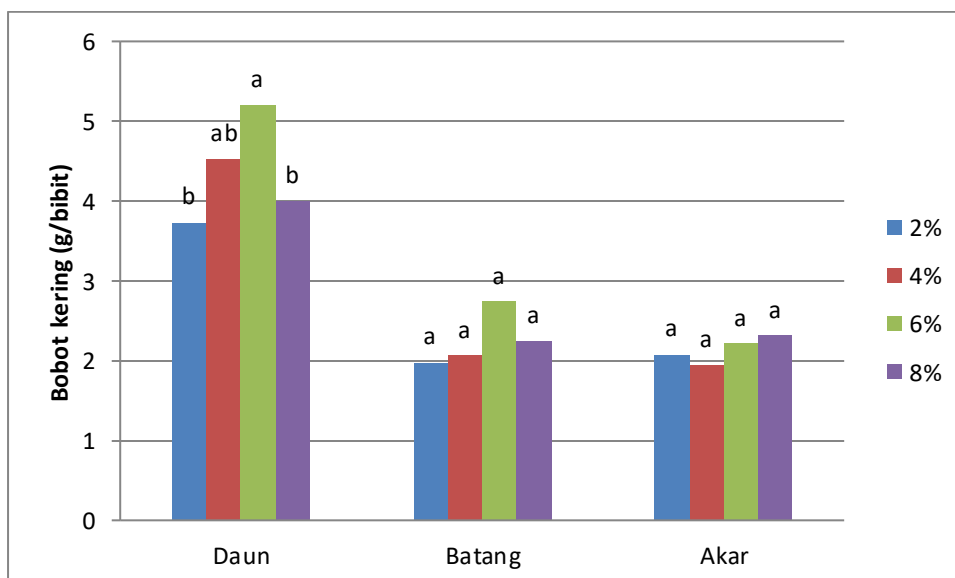


Gambar 1. Pengaruh formula pupuk hayati pada bobot kering, daun, batang, dan akar benih kopi arabika umur 6 BST

Peningkatan dosis pupuk kandang meningkatkan kandungan hara yang tersedia bagi tanaman sehingga mendukung pertumbuhan dan produksi biomassa. Penelitian Galla & Naman (2018) juga menjumpai pemberian pupuk kandang dapat meningkatkan pertumbuhan benih kopi Arabika. Seperti halnya parameter lainnya, bobot biomassa tidak dipengaruhi oleh interaksi pupuk hayati dan pupuk organik (Tabel 3). Meskipun hasil penelitian lainnya oleh Anggraeni *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pemberian fungi pelarut fosfat *Aspergillus niger* dan pupuk kandang ayam meningkatkan bobot kering tanaman kubis.

Respon sifat kimia media tanam

Formula pupuk hayati berpengaruh nyata hanya pada parameter C-organik, dan tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pH, N total, P tersedia (Tabel 5), KTK, dan kation dapat ditukar (Tabel 6). Formula pupuk padat meningkatkan kadar C organik sebesar 8,6% dari kontrol walau peningkatan ini tidak berbeda nyata. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Dębska *et al.* (2016) dan Thiep *et al.* (2019) bahwa pemberian pupuk hayati menghasilkan kadar C organik total tanah lebih tinggi dibandingkan tanpa pupuk hayati. Dębska *et al.* (2016) juga menjumpai bahwa pupuk hayati dapat meningkatkan fraksi stabil dari bahan organik, yang menunjukkan terjadi peningkatan stabilitas bahan organik tanah.



Gambar 2. Pengaruh dosis pupuk kandang pada bobot kering, daun, batang, dan akar benih kopi arabika umur 6 BST

Hasil analisis media tanam yang disajikan pada Tabel 5 tidak menunjukkan peningkatan kadar P tersedia yang nyata oleh pemberian pupuk hayati. Tingkat pelepasan hara melalui proses mineralisasi maupun pelepasan P dari sumber P

anorganik kurang larut oleh mikroba dari pupuk hayati kemungkinan tidak sebesar serapan P oleh tanaman sehingga kadar P tersedia media setelah serapan tidak berbeda nyata dengan tanpa inokulasi.

Tabel 5. Pengaruh mandiri formula pupuk hayati dan dosis pupuk kandang terhadap pH, C organik, N total, P tersedia, dan KTK media tanam

Perlakuan	pH	C organik (%)	N total (%)	P Tersedia (P ₂ O ₅ ppm)
Pupuk hayati				
Tanpa	5,76 a	1,51 ab	0,28 a	100,13 a
Pupuk hayati padat	5,82 a	1,64 a	0,26 a	98,56 a
Pupuk hayati cair	5,87 a	1,41 b	0,24 a	110,99 a
Dosis pupuk kandang				
pupuk kandang 2%	5,12 d	0,93 d	0,20 b	21,47 c
pupuk kandang 4%	5,72 c	1,28 c	0,33 a	105,01 b
pupuk kandang 6%	6,03 b	1,61 b	0,26 ab	133,48 ab
pupuk kandang 8%	6,41 a	2,26 a	0,26 ab	152,95 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur pada taraf kepercayaan 95 %.

Seperti halnya pada parameter kimia tanah lainnya, pemberian pupuk hayati

tidak berpengaruh nyata terhadap KTK dan kation dapat ditukar. Mikroba yang

digunakan dalam penelitian ini memiliki peran dalam proses perombakan selulosa dan pelarutan K dari mineral. Nampaknya peranan tersebut tidak dapat terlihat dari hasil analisis media setelah tanam (setelah serapan hara). Penelitian ini juga tidak menunjukkan adanya interaksi formula pupuk hayati dan pupuk kandang (Tabel 3). Berbeda dengan penelitian sebelumnya

pada tanaman semusim oleh El-Saied & Raswan (2021) bahwa terdapat peningkatan K dalam tanah setelah panen kentang pada perlakuan kombinasi pupuk organik dan pupuk hayati dibandingkan pupuk organik saja. Hasil analisis tanah setelah tanam ini nampaknya sulit membuktikan peran mikroba dalam meningkatkan ketersediaan hara.

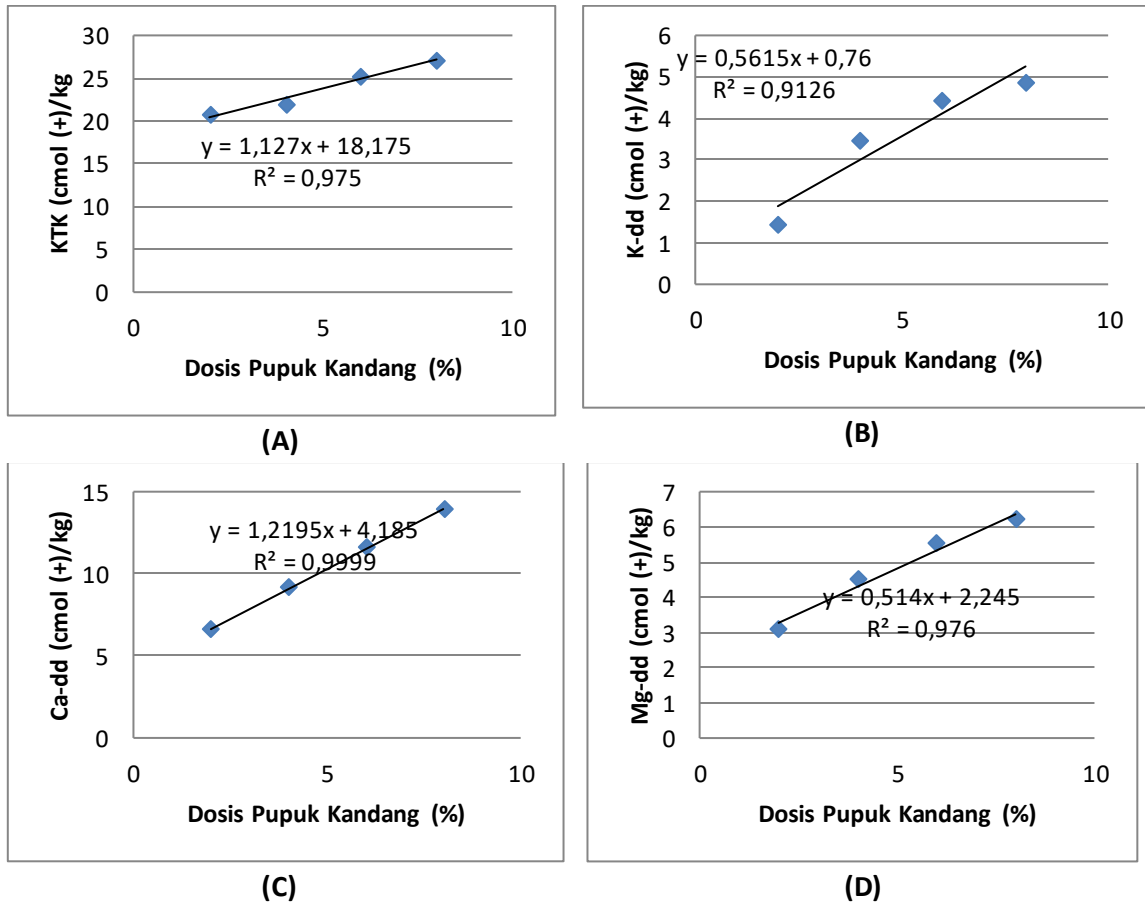
Tabel 6. Pengaruh formula pupuk hayati terhadap KTK, K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd media tanam

Perlakuan	KTK	K-dd	Ca-dd	Mg-dd
	(cmol (+)/kg)			
Tanpa	23,90 a	3,84 a	10,23 a	4,69 a
Pupuk hayati padat	23,74 a	3,35 a	9,91 a	4,80 a
Pupuk hayati cair	23,54 a	3,53 a	10,71 a	4,96 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur pada taraf kepercayaan 95 %.

Sementara faktor peningkatan dosis pupuk kandang terlihat berpengaruh nyata meningkatkan pH, C-Organik, N-Total, P tersedia (Tabel 5), KTK, dan kation dapat ditukar (Gambar 3). Pemberian pupuk kandang dosis 8% dapat meningkatkan kadar C organik (143,0%), kadar N total (30%), KTK (30.9%), K-dd (233,3%), Ca-dd (110.9%), dan Mg-dd (100%) dari perlakuan pupuk kandang dosis 2%. Kapasitas tukar kation (KTK), K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd meningkat secara linear oleh peningkatan dosis pupuk kandang dari 2% sampai 8% (Gambar 3).

Kandungan P tersedia media tanam yang diberi 8% pupuk kandang meningkat sebesar 6 kali lipat dari dosis pupuk kandang 2%. Peningkatan P tersedia oleh pemberian pupuk organik karena terdapat proses mineralisasi P dan pelepasan P yang terikat oleh liat dan Al/Fe oksida dari asam-asam organik yang dilepaskan oleh pupuk organik. Secara detail Munawar (2011) mengungkapkan proses mineralisasi P organik oleh mikroba melalui aktivitas enzim fosfatase dan fitase berdampak positif pada peningkatan P tersedia tanah.



Gambar 3. Pengaruh formula pupuk organik terhadap KTK (A), K-dd (B), Ca-dd (C), dan Mg-dd dalam media tanam (C)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan bahan organik dapat meningkatkan pH, C organik, N total, ketersediaan hara P, Kation dapat ditukar (K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd), serta KTK media tanam. Beberapa hasil penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa pemberian pupuk organik mampu meningkatkan pH, kandungan C organik, status hara, dan KTK tanah (Putra *et al.*, 2017; Fadhli, 2021; Walida *et al.*, 2020; Suarmaprasetya & Soemarno, 2021; Chen *et al.*, 2022). Selain itu pupuk organik juga meningkatkan daya retensi air, memperbaiki kemantapan agregat, porositas, memperbaiki kesehatan tanah, menstimulasi pertumbuhan dan mengubah struktur mikroba tanah, serta

meningkatkan aktivitas enzim sehingga berdampak terhadap perbaikan sifat fisik dan kimia tanah (Pujiyanto, 2011; Lazcano *et al.*, 2012; Zulkarnain *et al.*, 2013; Suarmaprasetya & Soemarno, 2021; Gustian *et al.*, 2022). Peningkatan sifat kimia dan fisik juga akan mendorong perkembangbiakan mikroorganisme, meningkatkan populasi mikroba dan merangsang aktivitas enzim mikroba (El-Saied & Raswan, 2021). Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pemberian pupuk organik meningkatkan pertumbuhan bibit kopi dan meningkatkan kadar hara tanah sehingga berpotensi dapat mengurangi kebutuhan pupuk anorganik.

SIMPULAN

Faktor formula pupuk hayati dan dosis pupuk kandang tidak berinteraksi dalam mempengaruhi pertumbuhan bibit kopi dan sifat kimia media tanam. Aplikasi pupuk hayati padat lebih efektif dibandingkan pupuk hayati cair dalam meningkatkan tinggi dan jumlah daun benih kopi arabika. Perlakuan dosis pupuk kandang 6% menghasilkan bobot kering daun tertinggi. Peningkatan dosis pupuk kandang meningkatkan secara nyata pH, C organik, P tersedia, KTK, K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd. Pengujian pupuk hayati dan pupuk organik berpotensi untuk dilanjutkan di tingkat lapang

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada staf Kebun Percobaan (KP) Pakuwon dan Laboratorium Terpadu BSIP Tanaman Industri dan Penyegar, dan Desti Dian Amalina dari Universitas Sebelas Maret atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D. S., Mutakin, J., & Maesyaroh, S. S. (2019). Pengaruh dosis jamur pelarut fosfat *Aspergillus niger* dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea* var. botrytis L.). *Jagros: Jurnal Agroteknologi Dan Sains (Journal of Agrotechnology Science)*, 4(1), 207. <https://doi.org/10.52434/jagros.v4i1.874>
- Araújo, V. C., Rossati, K. F., Xavier, L. V., de Oliveira, V. A., dos Santos Carmo, G. J., de Assis, G. A., & de Oliveira Mendes, G. (2022). Enhanced growth in nursery of coffee seedlings inoculated with the rhizosphere fungus *Aspergillus niger* for field transplantation. *Rhizosphere*, 15, 100236.
- Chemura, A. (2014). The growth response of coffee (*Coffea arabica* L) plants to organic manure, inorganic fertilizers and integrated soil fertility management under different irrigation water supply levels. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 3(2), 59. <https://doi.org/10.1007/s40093-014-0059-x>
- Chen, D., Ye, X., Jiang, Y., Xiao, W., Zhang, Q., Zhao, S., Shao, S., Gao, N., Huang, M., & Hu, J. (2022). Continuously applying compost for three years alleviated soil acidity and heavy metal bioavailability in a soil-asparagus lettuce system. *Frontiers in Plant Science*, 13(August), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.972789>
- Ditjenbun. (2022). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021-2023. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Dębska, B., Długosz, J., Piotrowska-Długosz, A., & Banach-Szott, M. (2016). The impact of a bio-fertilizer on the soil organic matter status and carbon sequestration—results from a field-scale study. *Journal of Soils and Sediments*, 16(10), 2335–2343. <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1430-5>
- El-Saied, R. ., & Raswan, B. R. (2021). Combined Application of various Sources of Organic Fertilizers with Biofertilizers for Improvement Potato Productivity and Soil Fertility Status. *Env. Biodiv. Soil Security*, 5, 155–170.
- Fadhli, R. (2021). Perubahan sifat kimia tanah sawah di Kabupaten Bener Meriah oleh pemberian kompos tithonia dan jerami padi. *Jurnal Real*

- Riset*, 3(1), 61–68.
<http://journal.unigha.ac.id/index.php/JRR>
- Fannie, I., Parra-Cota, Peña-Cabriales, J. J., De Los Santos-Villalobos, S., Martínez-Gallardo, N. A., & Délano-Frier, J. P. (2014). Burkholderia ambifaria and B. caribensis promote growth and increase yield in grain amaranth (*Amaranthus cruentus* and *A. hypochondriacus*) by improving plant nitrogen uptake. *PLoS ONE*, 9(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088094>
- Galla, E., & Naman, N. (2018). Pengaruh berbagai jenis pupuk kandang terhadap bibit kopi arabika (*Coffea arabica*). *Jurnal Ilmiah Agrosaint*, 9(2016).
- Gustian, M., Wulandari, S., Effendi, D., Apriansi, M., Adnan, & Pratama, A. (2022). Efektivitas perbandingan pupuk kotoran kambing terhadap pertumbuhan bibit kopi varietas arabika (*Coffea arabica* L.). 2, 41–46.
- Hartatie, D., & Donianto, M. (2021). Penambahan pupuk hayati mikoriza terhadap kualitas pertumbuhan bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.) Klon Andungsari 2K. 34–45. <https://doi.org/10.25047/agropross.2021.204>
- Hindersah, R., Kalay, A. M., Ngabalin, I. A., Jamlean, M., & Talahaturuson, A. (2021). Organic matter and mixed biofertilizer for plant growth and yield of shallot grown in fertile soil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 883(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/883/1/012067>
- Joshi, D., Chandra, R., Suyal, D. C., Kumar, S., & Reeta, G. O. E. L. (2019). Impacts of bioinoculants *Pseudomonas jesenii* MP1 and *Rhodococcus qingshengii* S10107 on chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield and soil nitrogen status. *Pedosphere*, 29(3), 388-399.
- Kalay, A.M., Kesaul, H., Talahaturuson, A, Rehatta, H and Hindersah, R. (2020). Effect of NPK and bio-fertilizers as soil application on promoting growth of "Toffahi" olive seedlings under greenhouse condition. *AGROLOGIA*. 9(1)
- Lazcano, C., Gomez-Brandon, M., Revilla, P., & Jorge Dominguez. (2012). Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function .A field study with sweet corn. *Biol Fertil Soils*, 49. <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0761-7>
- I. J., & Hussain, A. (2018). Aspergillus Niger CSR3 regulates plant endogenous hormones and secondary metabolites by producing gibberellins and indoleacetic acid. *Journal of Plant Interactions*, 13(1), 100–111. <https://doi.org/10.1080/17429145.2018.1436199>
- Mahanty, T., Bhattacharjee, S., Goswami, M., Bhattacharyya, P., Das, B., Ghosh, A., & Tribedi, P. (2017). Biofertilizers: a potential approach for sustainable agriculture development. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(4), 3315–3335. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-8104-0>
- Malusà, E., Pinzari, F., & Canfora, L. (2016). Efficacy of Biofertilizers: Challenges to Improve Crop Production E. In *Microbial Inoculants in sustainable Agricultural Productivity Vol. 2: Functional Application* (pp. 17–40). <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2644-4>
- Malusa, E., Sas-Paszt, L., & Ciesielska, J. (2012). Technologies for Beneficial Microorganisms Inocula Used as Biofertilizers. *The ScientificWorld Journal*, 2012.

- <https://doi.org/10.1100/2012/491206>
- Munawar, A. (2011). *Kesuburan tanah dan nutrisi tanaman* (Cet. 1). IPB Press.
- Mundim, G. D. S., Maciel, G. M., & Mendes, G. D. O. (2022). *Aspergillus niger* as a biological input for improving vegetable seedling production. *Microorganisms Article*, 10(674), 1–12.
- Pujiyanto, P. (2011). *Use of sub-surface soil Water in Robusta coffee field through organic matter wicks*. 27(3), 191–203.
- Putra, R. E., Hutami, R., Suantika, G., & Rosmiati, M. (2017). Application of compost produced by bioconversion of coffee husk by black soldier fly larvae (*Hermetia Illucens*) as solid fertilizer to lettuce (*Lactuca sativa* Var. Crispa): impact to growth. *Proceedings of International Conference on Green Technology*, 8(1), 466–472.
- Sakpirom, J., Nunkaew, T., Khan, E., & Kantachote, D. (2021). Optimization of carriers and packaging for effective biofertilizers to enhance *Oryza sativa* L. growth in paddy soil. *Rhizosphere*, 19, 100383.
- Sasmita, K. D., Anas, I., Anwar, S., Yahya, S., & Djajakirana, G. (2022). Application of phosphate solubilizing microbes to promote the effectiveness of rock phosphate on cacao seedling growth in acid soil. *AIP Conference Proceedings*, 2462. <https://doi.org/10.1063/5.0075843>
- Sugiyanta & Septianti, O. (2019). Pupuk hayati *Bacillus* sp. meningkatkan produktivitas tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.). *Buletin Agrohorti*, 7(1), 76–83. <https://doi.org/10.29244/agrob.v7i1.24421>
- Tarigan, M. J., Rai, I. N., & Wiraatmaja, I. W. (2022). Respon pertumbuhan dan hasil kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap prototipe pupuk hayati FMA indigenus dengan media pembawa berbeda dan konsentrasi pupuk hayati cair. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 5(3), 504–512. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i3.1002>
- Tejada, M., Gonzalez, J. L., Garci, A. M., & Parrado, J. (2008). Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresource Technology*, 99, 1758–1767. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.03.052>
- Thiep, N. V., Soyong, K., Thi Kim Oanh, N., Huy Quang, P., & Hai Yen, P. (2019). Reserch and development of enzymatic producing fungi as biofertilizer for tea and arabica coffee production in Northern Vietnam. *International Journal of Agricultural Technology*, 15(5), 797–806.
- Urgiles-Gómez, N., Avila-Salem, M. E., Loján, P., Encalada, M., Hurtado, L., Araujo, S., Collahuazo, Y., Guachanamá, J., Poma, N., Granda, K., Robles, A., Senés, C., & Cornejo, P. (2021). Plant growth-promoting microorganisms in coffee production: From isolation to field application. *Agronomy*, 11(8), 1–12. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081531>
- Walida, H., Harahap, D. E., & Zuhirsyan, M. (2020). Pemberian Pupuk kotoran ayam dalam upaya rehabilitasi tanah Ultisol Desa Janji yang *Terdegradasi*. *Jurnal Agrica Ekstensia*, 14(1), 75–80. [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/37-Article Text-338-3-10-20201012.pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/37-Article%20Text-338-3-10-20201012.pdf)
- Yulianti, M., S, S., dan Buhaira. 2022. Respon pertumbuhan bibit kopi Liberika (*Coffea liberica* W. Bull Ex Hiern) Terhadap aplikasi pupuk

kandang sapi di polybag. J.
Agroecotania Vol. 5 No. 2.

Zulkarnain, M., Prasetya, B., & Soemarno.
(2013). Pengaruh kompos, pupuk
Kandang, dan custom-bio terhadap

sifat tanah, pertumbuhan dan hasil
tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada
Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon,
Kediri. *Indonesian Green Technology
Journal*, 2(2), 45–52.