



KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA CAMPURAN TANAH-KOMPOS SEBAGAI MEDIA PERTUMBUHAN AKAR BENIH PORANG (*Amorphophallus oncophyllus* Prain)

Seruni Atyra Kinanti¹, Purwadi^{1*}, Bakti Wisnu Widjajani¹

¹ Program Studi Agroteknologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur,
Jln. Rungkut Mada, No.1, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur

*Corresponding Author: purwadi@upnjatim.ac.id

ABSTRACT

[PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL-COMPOST MIXTURES AS ROOTING MEDIA FOR ELEPHANT FOOT YAM (*Amorphophallus oncophyllus* Prain)]. Tuber crops such as elephant foot yam have specific demands on the structure of growing media especially in terms of their physical and chemical characters due to the small rooting volume. Therefore, the objective of this study was to determine the interactive effects of seed materials and different proportions of soil-compost mixtures on their physico-chemical properties and root growth of elephant foot yam. This pot trial was conducted from July 2022 to March 2023 in coffee and sengan plantation located in Sumberejo Village, Purwosari, Pasuruan, East Java. Treatments were arranged in a factorial scheme using a Completely Randomized Design (CRD) with two factors and three repetitions. The factors included three types of seed materials, i.e., true seed, tuber, and bulbil for the first factor and five different proportions of soil-compost mixtures (w/w), i.e., 100% soil, 66.7% soil+33.3% compost, 50% soil+50% compost, 33.3% soil+66.7% compost, and 100% compost. Results showed that the interactive effects of the two treatments on the observed variables were not significantly different ($p>0.05$). Treatment of mixture of 2 kg soil and 4 kg compost (33.3% soil+66.7% compost) produced clayey soil texture with 1.12 g/cm³ for bulk density, 2.26 g/cm³ for specific gravity, 59.34% for soil porosity, and 38.55% for moisture content at field capacity. The bulbil type seed produced a better root growth than the other seeds.

Keyword: *elephant foot yam, organic material, physical and chemical soil characteristic, stable growing media*

ABSTRAK

Tanaman umbi-umbian termasuk porang atau ubi kaki gajah memiliki tuntutan khusus terhadap struktur media tanam terutama dari segi karakter fisik dan kimianya karena volume perakaran yang masih kecil. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh interaktif bahan benih dan perbedaan proporsi campuran tanah-kompos terhadap sifat fisiko-kimia dan pertumbuhan akar porang. Uji coba pot ini dilakukan pada Juli 2022 hingga Maret 2023 di perkebunan kopi dan sengan yang terletak di Desa Sumberejo, Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur. Perlakuan disusun secara faktorial dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor yang digunakan meliputi tiga jenis bahan benih, yaitu benih sejati, bulbil, dan umbi untuk faktor pertama dan lima proporsi campuran tanah-kompos (b/b) yang berbeda, yaitu 100% tanah, 66,7% tanah+33,3% kompos, 50% tanah+50% kompos, 33,3% tanah+66,7% kompos, dan 100% kompos. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh interaktif kedua perlakuan berbeda tidak nyata ($p>0.05$). Perlakuan campuran 2 kg tanah dan 4 kg kompos (33,3% tanah+66,7% kompos) menghasilkan tekstur tanah liat dengan berat isi 1,12 g/cm³, berat jenis 2,26 g/cm³, porositas tanah 59,34%, dan 38,55% untuk kadar air pada kapasitas lapang lebih baik daripada perlakuan lainnya. Benih jenis bulbil menghasilkan pertumbuhan akar yang lebih baik dibandingkan benih lainnya.

Kata kunci: *bahan organik, media tanam stabil, sifat fisik dan kimia tanah, ubi kaki gajah*

PENDAHULUAN

Indonesia terletak di wilayah tropis dengan curah hujan yang melimpah, memiliki keanekaragaman hayati yang luar biasa (Efendi *et al.*, 2013). Data Bappenas (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional) menunjukkan bahwa terdapat sekitar 38.000 spesies tumbuhan di Indonesia, dan 55% di antaranya adalah endemik di Indonesia (Triyono, 2013). Keanekaragaman tumbuhan yang sangat besar ini menghasilkan berbagai jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk sebagai obat-obatan, bahan pangan, fitoremediasi lahan tercemar, sebagai pengawet makanan, dan banyak lagi.

Porang (*Amorphophallus oncophyllus* Prain), termasuk dalam keluarga talas-talasan (*Araceae*), adalah tumbuhan yang tumbuh di daerah tropis dan sub-tropis. Umbi porang saat ini menjadi salah satu komoditas ekspor utama di Provinsi Jawa Timur karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi berkat kandungan glukomanannya. Glukomanan ini memiliki beragam manfaat dalam industri pangan, kesehatan, kecantikan, dan industri lainnya (Anturida *et al.*, 2015). Selain sebagai sumber karbohidrat, lemak, protein, mineral, vitamin, dan serat pangan, porang juga telah digunakan dalam pengobatan tradisional untuk kondisi seperti wasir, asma, disentri, dan masalah perut (Saleh, 2015).

Kepadatan naungan yang ideal untuk tanaman porang berkisar antara 30% hingga 60%. Porang memiliki karakteristik pertumbuhan yang khusus, mampu tumbuh subur dan menghasilkan dengan baik ketika ditanam di bawah naungan (Ravi *et al.*, 2011). Pertumbuhan porang mencapai hasil optimal dalam kondisi lingkungan tertentu, yaitu dengan suhu berkisar antara 25 °C hingga 35 °C dan curah hujan sekitar 300 hingga 500 mm per bulan. Hasil produksi umbi yang terbaik biasanya dapat dicapai setelah tiga periode musim tanam, yakni sekitar tiga tahun (Sumarwoto, 2012). Meskipun porang dapat tumbuh pada ketinggian mulai dari 0 hingga 700 m di atas permukaan laut Namun pertumbuhannya paling baik terjadi pada ketinggian 100 hingga 600 m di atas permukaan laut. Tanaman porang dapat tumbuh di berbagai jenis tanah dengan pH antara 6 hingga 7 (netral), dan pertumbuhannya lebih optimal pada tanah yang gembur dan tidak tergenang air (Natawijaya *et al.*, 2009).

Media tanam merujuk pada bahan atau campuran bahan yang digunakan untuk menanam tanaman yang baru ditanam. Media ini berfungsi memberikan dukungan mekanis kepada tanaman, menyediakan air, dan menyediakan nutrisi mineral yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Radha *et al.*, 2018). Media tanam yang baik harus bebas dari gulma, hama, dan penyakit tanaman,

mampu mengatur ketersediaan air dengan baik, memiliki tingkat keasaman (pH) yang sesuai dengan kebutuhan tanaman, biasanya berkisar antara 6 hingga 6,5, serta memiliki porositas yang memadai agar akar tanaman dapat tumbuh dan merambah media tanam dengan lancar (Bui *et al.*, 2016).

Sifat fisika tanah mencakup beragam elemen seperti struktur tanah, tekstur tanah, warna tanah, kekasaran permukaan tanah, jenis batuan permukaan, ketinggian tempat, kemiringan lereng, kedalaman efektif tanah, dan suhu tanah, yang semuanya berperan dalam menentukan kesuburan tanah. (Delsiyanti *et al.*, 2016). Kesuburan tanah merujuk pada kemampuan tanah untuk menyediakan nutrisi dalam bentuk yang tersedia dan seimbang untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Yamani, 2010).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2022 hingga Maret 2023. Tahapan penelitian diawali dengan survei lahan pada Juli 2022, pengambilan sampel tanah dan penanaman pada November 2022 serta analisa sampel pada Januari 2023. Survei lahan dan pengambilan sampel dilakukan di lahan penanaman kopi dan sengan Desa Sumberejo, Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur. Penanaman dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Sedangkan tahapan akhir yaitu analisa sampel dan analisa data dilakukan di Laboratorium Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain GPS, cangkul, karung dan tali rafia, ring sampel, kain kasa dan karet gelang, palu dan balok kayu, cetok tanah, sarung tangan, timbangan, alat-alat yang berkaitan untuk analisa sifat tanah di laboratorium, alat tulis dan blanko tanah, ajir, gembor/selang air, paranet dan kamera. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sampel tanah utuh, sampel tanah terganggu, pupuk kandang sapi, polybag ukuran 20 cm x 30 cm, air dan bahan-bahan kimia untuk analisis sampel tanah dengan merk Merck KGaA.

Penelitian ini merupakan percobaan faktorial yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu tiga macam bibit porang, sedangkan faktor kedua media tanam yang terdiri atas 5 taraf. Kombinasi keduanya menghasilkan 15 kombinasi perlakuan dengan 3 kali pengulangan, sehingga didapati 45 plot perlakuan. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 2 kali dengan jarak antara waktu pengambilan dan penanaman berkisar 3-4 hari.

Faktor pertama yang merupakan 3 macam bibit porang yaitu BT₁ (Benih), BT₂ (Katak) dan BT₃ (Umbi). Sedangkan, untuk faktor kedua yaitu campuran tanah-kompos dengan 5 taraf perlakuan, terdiri

atas: M_0 = Media tanah 6 kg, M_1 = Media tanah 4 kg: Pupuk kandang 2 kg (33,3%), M_2 = Media tanah 3 kg: Pupuk kandang 3 kg (50%), M_3 = Media tanah 2 kg: Pupuk kandang 4 kg (66,7%) dan M_4 = Media pupuk kandang 6 kg (100%).

Pengambilan sampel tanah dapat dilakukan dengan dua teknik dasar, yaitu teknik sampel tanah yang terganggu dan teknik sampel tanah yang utuh. Persiapan media tanam dilakukan dengan cara mekanis, tanah dan pupuk kandang dicampur secara merata. Benih porang yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas umbi kecil, bulbil (katak), dan benih porang. Penanaman dilaksanakan pada hari yang sama, pada pagi hari antara pukul 06.00-09.00 WIB. Penyiraman tanaman dilakukan dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari. Pengendalian hama dan penyakit diterapkan dengan prinsip pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHPT), dengan langkah-langkah seperti mengatur jarak tanam, menjaga kebersihan lahan, dan membuang bagian tanaman yang terinfeksi penyakit agar tidak menular kepada tanaman lainnya.

Data-data sifat fisik tanah yang dikumpulkan berupa tekstur tanah, berat isi tanah (*bulk density*) yang ditentukan atas dasar metode gravimetri (Haryati, 2014), berat jenis tanah ditentukan atas dasar metode gravimetri (Hardjowigeno, 2010), dan porositas tanah (Tolaka *et al.*, 2013). Untuk data perakaran tanaman porang yang dikumpulkan berupa panjang akar, bobot segar akar, dan bobot kering akar. Data tanah dan tanaman yang dikumpulkan selanjutnya dianalisis statistik menggunakan Anava, dan perbandingan rata-rata menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencampuran media tanam tanah dengan salah satu masukan bahan organik dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk kandang kotoran sapi. Kotoran sapi ini merupakan hasil ekskresi dari hewan ternak sapi yang mengandung banyak serat karena sapi mengkonsumsi rumput dan daun hijau. (Supriati & Herliana, 2014) menyatakan bahwa kadar serat yang tinggi pada kotoran sapi ini menyebabkan tingginya C/N organik pada pupuk organik. Kandungan karbon (C) dalam kotoran sapi mencapai 34%, sehingga C/N organik dalam kotoran sapi tinggi. Tingginya kandungan C/N organik ini dapat menurunkan kualitas dari pupuk organik, maka untuk menurunkan kandungan C/N organik perlu dilakukan pengomposan terlebih dahulu (Fitri *et al.*, 2015).

Pupuk kandang yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk kandang yang telah mengalami proses pengomposan yang baik. Karakteristik pupuk kandang tersebut menunjukkan kemiripan dengan tanah, dan tidak memiliki aroma yang tajam. Mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 19-7030-2004, bahwa tingkat kematangan kompos dapat diukur dengan

beberapa peubah, termasuk rasio C/N yang berkisar antara 10-20, suhu kompos yang sesuai dengan suhu air tanah, serta memiliki warna kehitaman dengan tekstur dan aroma yang menyerupai tanah (Purwanto *et al.*, 2014).

Pada penelitian ini, penambahan pupuk kandang difokuskan pada perbaikan sifat fisik tanah. Peubah-peubah sifat fisik tanah yang diamati ini memiliki peran penting dalam pertumbuhan umbi porang. Produksi umbi porang yang optimal memerlukan tanah yang memiliki tekstur gembur atau subur dan tidak terlalu lembab (Aditya *et al.*, 2021). Secara umum, tanaman porang dapat tumbuh dengan baik di berbagai jenis tanah, terutama yang memiliki tekstur lempung berpasir atau lempung berliat, serta bebas dari infestasi alang-alang.

Penganalisaan tekstur tanah dilakukan dengan perbandingan perlakuan M_0 (100% media tanah) sebagai kontrol dengan perlakuan M_1 , M_2 , M_3 dan M_4 yang merupakan perlakuan campuran tanah-kompos dengan pupuk kandang sapi. Tekstur dianalisa menggunakan metode pipet, dengan hasil perhitungan persentase perbandingan fraksi pasir, debu dan liat yang kemudian dilanjutkan dengan menentukan kelas tekstur tanah sesuai dengan klasifikasi segitiga tekstur oleh USDA.

Hasil pengamatan menunjukkan media tanam M_0 atau kontrol memiliki tekstur lempung berliat dengan persentase debu sebesar 33,33%, liat 31,56% dan pasir 36,22%. Berbeda dengan M_0 , perlakuan M_1 dengan persentase debu sebesar 26,22%, liat 42,78% dan pasir 31,00%, M_2 dengan persentase debu 26,11%, liat 45,11% dan debu 28,78% serta M_3 dengan persentase debu sebesar 26,00%, liat 43,89% dan pasir 30,11% memiliki tekstur lempung berliat. Sedangkan untuk perlakuan M_2 dan M_4 memiliki tekstur lempung dengan persentase debu, liat dan pasir setara atau hampir setara. Perubahan tekstur dalam media tanam M_1 , M_2 , dan M_3 tidak menunjukkan perubahan yang signifikan (Tabel 1). Hal ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa tekstur tanah juga dipengaruhi oleh komposisi bahan induk pembentuk tanah. Tindakan pemupukan, termasuk pengapuran dan pemberian pupuk organik, lebih berpengaruh terhadap aspek struktur tanah daripada aspek teksturnya (Mustawa *et al.*, 2017).

Kelas tekstur terbaik terdapat pada media tanam M_0 , M_1 dan M_3 dengan tekstur lempung berliat. Siswanto & Karamina (2016) menyatakan bahwa tanah yang termasuk dalam kategori lempung berpasir dapat dianggap sebagai jenis tekstur tanah yang menguntungkan untuk keperluan pertanian. Hal ini disebabkan oleh kemampuan tanah tersebut dalam menyerap unsur hara yang lebih baik dibandingkan dengan tanah yang didominasi oleh pasir. Selain itu, tanah ber tekstur lempung berpasir juga memiliki sifat drainase, aerasi, dan kemudahan pengolahan yang lebih baik jika dibandingkan dengan tanah

yang didominasi oleh liat. Sedangkan, tanah yang didominasi oleh tekstur liat seperti pada satuan lahan lainnya menurut Intara *et al.* (2011) merupakan tanah yang dapat menyimpan air dan hara lebih banyak karena tanah dengan tekstur liat memiliki muatan listrik. Tanah yang didominasi oleh tekstur liat umumnya memiliki drainase yang kurang baik karena tidak mudah meloloskan air antar partikel dan meningkatkan kapasitas mengikat air.

Berat volume tanah (BV) adalah perbandingan antara berat tanah kering dengan volume total tanah, termasuk volume pori-pori tanah, dan biasanya digunakan sebagai indikator kepadatan tanah. Darmayati & Sutikto (2019) menjelaskan bahwa BV tanah dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti struktur tanah, pertumbuhan akar, aktivitas mikroorganisme, dan tingkat bahan organik dalam tanah. Hasil analisis menunjukkan bahwa berat volume tertinggi terdapat pada perlakuan M₀ (kontrol) dengan nilai 1,18 g/cm³, sementara nilai terendah terdapat pada perlakuan M₃ (pupuk kandang 4 kg) sebesar 0,72 g/cm³ (Tabel 2). Hasil ini sesuai dengan pernyataan (Hardjowigeno (2003) yang menyatakan bahwa tingkat bahan organik yang tinggi cenderung membuat berat jenis butiran tanah menjadi lebih rendah, berkisar antara 1,0 hingga 1,3 g/cm³. Secara umum, *bulk density* tanah di lapangan berada dalam kisaran 1,0 hingga 1,6 g/cm³.

Tabel 1. Hasil rekapitulasi penentuan tekstur kombinasi media tanam tanah dan pupuk kandang

Media Tanam	Tekstur			Klasifikasi Tekstur Tanah (USDA)
	Debu (%)	Liat (%)	Pasir (%)	
Sebelum Penanaman				
T	31,76	30,65	37,59	Lempung ber-
Setelah Penanaman				
M ₀ (kontrol)	33,33	31,56	36,22	Lempung ber-pasir
M ₁	26,22	42,78	31	Lempung berliat
M ₂	26,11	45,11	28,78	Lempung berliat
M ₃	26	43,89	30,11	Lempung berliat
M ₄	26,67	41,67	31,66	Liat

Penentuan nilai BJ menunjukkan berat tanah kering per satuan lahan namun jumlah pori tidak ikut dihitung didalamnya. Menurut Sulistyono & Abdillah (2017) BJ tanah mempengaruhi aerasi tanah karena nilai BJ tanah menentukan suatu kegemburan tanah. Hasil analisa menunjukkan nilai BJ tanah pada beberapa campuran tanah-kompos berkisar antara 1,94-2,67 g/cm³. Nilai BJ yang ditemukan dalam penelitian ini sesuai dengan apa yang disebutkan dalam literatur oleh Simangunsong *et al.* (2013). Nilai BJ tanah pertanian biasanya berada dalam kisaran antara 2,1 hingga 2,7 g/cm³. Tanah dengan BJ tertinggi terdapat

pada media tanam M₀ sedangkan tanah dengan BJ terendah terdapat pada media tanam M₄. Tanah yang memiliki nilai BJ yang besar akan mengganggu pertumbuhan umbi, sehingga perlu ditambahkan bahan organik untuk menggemburkan tanah (Chang *et al.*, 2016)..

Porositas terbaik terdapat pada media tanam M₃ yaitu dengan nilai 58,24% dan tekstur lempung berliat, sedangkan nilai porositas terburuk terdapat pada media tanam M₁ dengan nilai 51,28% dan tekstur lempung liat. Pada umumnya, tanah dengan tekstur liat memiliki total volume pori yang lebih besar dibandingkan dengan tanah ber tekstur lainnya. Hal ini disebabkan oleh adanya pori-pori mikro yang lebih besar dalam tanah bertekstur liat. Di sisi lain, tanah dengan tekstur lempung memiliki porositas yang lebih rendah, kira-kira sekitar 30%. Hal ini disebabkan oleh proporsi yang lebih besar dari fraksi liat dalam tanah bertekstur lempung berliat dibandingkan dengan tanah bertekstur lempung. Nilai porositas tanah biasanya berkisar antara 30-60% (Simangunsong *et al.*, 2013). Secara umum, tanah dengan tekstur yang lebih halus akan memiliki persentase volume pori total yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah bertekstur kasar.

Tabel 2. Sifat fisik tanah pada media tanam tanah dan pupuk kandang

Media Tanam	Berat Volume (g/cm ³)	Berat Jenis (g/cm ³)	Porositas (%)
Sebelum Penanaman			
T	1,07c	2,26b	54,49
Setelah Penanaman			
M ₀ (kontrol)	1,18 c	2,45 b	51,28
M ₁	0,97 b	2,02 a	51,59
M ₂	0,84 ab	2,01 a	57,76
M ₃	0,72 a	1,76 a	58,68
M ₄	0,80 ab	1,94 a	58,24

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

Kemampuan tanah untuk menyerap dan mengalirkan air dari permukaan ke lapisan di bawahnya sangat ditentukan oleh sifat fisik tanah, terutama tekstur dan kandungan bahan organik. Hasil penelitian Suminar & Purnamawati (2017) menunjukkan bahwa bahan organik, seperti humus, memiliki kapasitas menahan air yang tinggi, memainkan peran penting dalam menjaga kelembaban tanah selama musim kemarau. C-organik, senyawa karbon yang berasal

dari akumulasi bahan organik di dalam tanah, juga memengaruhi kemampuan tanah dalam menahan air. Tanah mineral umumnya memiliki nilai C-organik sebesar 1-4%, sementara tanah gambut dapat mengandung 40-50% (Sundari *et al.*, 2014). Hasil analisis laboratorium menunjukkan nilai C-organik di atas 1% pada semua satuan lahan, dengan nilai terendah 2,84% pada M₀ dan tertinggi 10,10% pada M₃ (Tabel 3). Klasifikasi C-organik ini memenuhi kebutuhan tanaman porang yang disarankan oleh Siswanto & Karamina (2016) sebesar >1,2%, seperti yang diungkapkan dalam penelitian tersebut.

Media tanam M₃ memiliki kadar air tertinggi sebesar 8,98%, sementara M₄ memiliki kadar air terendah sekitar 7,50%. Perbedaan kadar air antara M₃ dan M₄ mencapai 1,48%. Hasil ini konsisten dengan temuan Intara *et al.* (2011), yang menunjukkan tanah dengan tekstur liat dan lempung berliat memiliki kapasitas air yang tinggi. Selain itu, peningkatan nilai C-organik oleh pupuk kandang sapi mengindikasikan bahwa pupuk organik lebih fokus pada peningkatan bahan organik, seperti yang diungkapkan oleh Dwicaksono *et al.* (2013). Di sisi lain, porositas tinggi dalam M₄, didominasi oleh pupuk kandang, mengakibatkan kadar air yang rendah. Sifat porous bahan organik kurang dapat menyimpan air. (Hasibuan, 2015) Temuan ini mendukung konsep bahwa tanah bertekstur halus, seperti liat, memiliki kapasitas air yang lebih tinggi, sesuai dengan penelitian Hakim *et al.* (1986) tentang peningkatan kapasitas air tersedia pada tekstur tanah yang lebih halus.

Pengukuran dan analisis terhadap media tanam menunjukkan bahwa campuran tanah-kompos M₃ merupakan yang terbaik. Media tanam M₃ adalah

campuran tanah 2 kg: kompos pupuk kandang 4 kg dengan tekstur tanah lempung berliat, 1,12 g/cm³ berat volume, 2,26 g/cm³ berat jenis, 59,34% porositas tanah dan kadar air kapasitas lapang sebesar 38,55%. Nilai-nilai sifat fisika tersebut merupakan nilai terbaik dibandingkan dengan perlakuan campuran tanah-kompos lainnya.

Pemberian pupuk kandang sapi sebanyak 4 kg mampu meningkatkan nilai C-organik dalam tanah pada penelitian ini sekitar 3% (Tabel 4). Pada perlakuan M₁ yang merupakan tanah tanpa pupuk kandang (kontrol), nilai C-organik dalam tanah hanya mencapai 1,19%. Faktor-faktor yang kemungkinan menyebabkan rendahnya nilai c-organik dalam tanah Desa Sumberejo termasuk pengelolaan tanah yang intensif oleh masyarakat sekitar, terutama dalam praktik pertanian kopi. Pengelolaan yang intensif ini dapat merusak struktur tanah dan mengurangi kandungan bahan organik tanah. Selain itu, topografi yang curam di Desa Sumberejo juga dapat menjadi faktor rendahnya kandungan hara dalam tanah. Kemiringan lereng dan panjang lereng dapat memengaruhi aliran permukaan dan perpindahan unsur hara dari lapisan tanah atas ke lapisan yang lebih rendah. Satriawan & Fuady (2015) mengindikasikan bahwa lereng yang lebih curam dapat meningkatkan aliran permukaan dan pergerakan air serta unsur hara dalam tanah.

Bibit porang umbi (BT3) memiliki panjang akar tanaman paling tinggi, yaitu 15,71 cm, yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan bibit porang katak (BT2) yang memiliki panjang akar 13,56 cm. Perlakuan bibit porang benih (BT1) memiliki panjang akar terendah, yaitu 9,46 cm (Tabel 4). Terkait dengan harga, analisis (Rahayuningsih, 2021) bahwa harga bibit katak lebih mahal (± Rp200.000,-/kg) dibandingkan dengan harga bibit umbi (Rp15.000,- hingga Rp100.000,-/kg). Dalam konteks ini, petani responden menggunakan rata-rata biaya bibit katak/bulbil sebesar Rp 4.179.201, yang setara dengan sekitar 87,54% dari total biaya, sedangkan biaya bibit umbi rata-rata adalah Rp 594.941, yang setara dengan sekitar 12,46% dari total biaya. Hal ini mencerminkan preferensi petani yang lebih memilih bibit katak/bulbil karena jumlah yang lebih banyak meskipun harganya lebih tinggi. Temuan serupa juga ditemukan dalam penelitian Elvira *et al.* (2021), yang menunjukkan kecenderungan serupa pada petani di Desa Selur, Kecamatan Ngrayun, Kabupaten Ponorogo.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik dalam hal komposisi media tanam adalah komposisi M₃ (Tanah 2 kg: Pupuk kandang 4 kg), yang menghasilkan panjang akar tanaman porang sebesar 20,44 cm. Hasil ini berbeda tidak nyata dengan perlakuan M₄ (Pupuk kandang 6 kg), yang memiliki panjang akar yang hampir sama. Di sisi lain, perlakuan komposisi media tanam terendah terlihat pada

Tabel 3. Sifat fisika dan kimia tanah pada media tanam tanah dan pupuk kandang sapi

Media Tanam	Kadar Air (%)	C-org (%)	Klasifikasi
			C-organik (Litbang Penelitian Tanah, 1983)
Sebelum Penanaman			
T	29,61 c	2,65 a	Sedang
Sesudah Penanaman			
M ₀ (kontrol)	27,66 b	2,84 a	Sedang
M ₁	27,90 b	5,59 b	Sangat tinggi
M ₂	26,50 a	7,78 bc	Sangat tinggi
M ₃	28,94 c	10,10 c	Sangat tinggi
M ₄	28,19 bc	7,21 b	Sangat tinggi

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

M₁ (Tanah 4 kg: Pupuk kandang 2 kg) dengan panjang akar 10,57 cm, yang juga berbeda tidak nyata dengan M₀ (Tanah 6 kg) dan M₂ (Tanah 3 kg: Pupuk kandang 3 kg). Temuan ini konsisten dengan hasil analisis laboratorium mengenai sifat fisik dan kimia campuran tanah-kompos yang menunjukkan bahwa M₃ merupakan campuran tanah-kompos terbaik. Komposisi pupuk kandang yang sesuai dapat menghasilkan hasil yang lebih baik, karena pupuk kandang menyediakan nutrisi makro dan mikro yang penting untuk pertumbuhan tanaman porang. Temuan ini mendukung penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi dalam jumlah yang tepat dapat meningkatkan produksi tanaman porang. Pemberian pupuk kandang sapi sebanyak 25 ton/ha dapat meningkatkan produksi hingga 2,2 ton/ha dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk kandang (Sakti & Sugito, 2019).

Perlakuan yang hanya menggunakan pupuk kandang tanpa campuran dengan tanah tidak menghasilkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan yang menggabungkan pupuk kandang dengan tanah. Hal ini terjadi karena unsur hara dalam pupuk kandang tidak selalu tersedia dengan mudah untuk tanaman. (Supriati & Herliana, 2014) menjelaskan bahwa tingginya rasio C/N atau perbandingan antara ketersediaan C dan N dalam pupuk kandang sapi dapat mengakibatkan proses dekomposisi nutrisi berjalan lambat dan nutrisi tersebut tidak tersedia dengan cukup bagi tanaman. Pada tingkat karbon yang lebih seimbang maka aktivitas mikroorganisme dalam hal pengomposan media tanam akan lebih efektif

Tabel 4. Rata-rata panjang akar porang akibat perlakuan macam bibit Porang dan kombinasi media tanam pada umur panen 40 HST

Perlakuan	Panjang Akar Porang (cm)
Macam Bibit Porang	
BT ₁ (Benih)	9,46 a
BT ₂ (Katak)	13,56 b
BT ₃ (Umbi)	15,71 b
BNJ 5%	3,27
Media Tanam	
M ₀ (Tanah 6 kg)	11,46 a
M ₁ (Tanah 4 kg: Pupuk kandang 2 kg)	10,57 a
M ₂ (Tanah 3 kg: Pupuk kandang 3 kg)	14,72 ab
M ₃ (Tanah 2 kg: Pupuk kandang 4 kg)	20,44 c
M ₄ (Pupuk kandang 6 kg)	19,12 bc
BNJ 5%	5,62

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

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bobot segar akar tanaman porang dapat digunakan sebagai indikator kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara dari media tanam. Pengukuran bobot segar akar dilakukan setelah 40 hari setelah tanam

(HST) tanpa pengeringan oven. Hasil analisis variasi pada Tabel 5 mengungkapkan bahwa tidak ada interaksi yang nyata antara kedua faktor, yaitu macam bibit porang dan campuran tanah-kompos, terhadap bobot segar akar tanaman porang. Meskipun demikian, faktor jenis bibit porang menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap bobot segar akar tanaman porang, sementara faktor berbagai macam komposisi media tanam tidak memiliki pengaruh yang nyata. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Wijayanto & Pratiwi (2011), yang juga menemukan bahwa penggunaan pupuk dan berbagai kombinasi berpengaruh tidak nyata terhadap pertumbuhan bobot segar akar dan umbi porang.

Perlakuan bibit porang umbi (BT₃) memiliki nilai bobot segar akar tanaman paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 154,89 g. Nilai tersebut berbeda tidak nyata dengan perlakuan bibit porang katak (BT₂) yang bernilai 109,43 g. Perlakuan bibit porang benih (BT₁) memiliki nilai bobot segar akar tanaman yang terendah yaitu 73,74 g. Penilaian bobot segar akar diterapkan untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menyerap air, umumnya akar yang panjang memiliki bobot segar yang tinggi (Torey *et al.*, 2013). Pernyataan tersebut bersesuaian dengan hasil perhitungan panjang akar pada Tabel 4 bahwa perlakuan bibit umbi (BT₃) memiliki panjang akar terbaik.

Perlakuan macam komposisi media tanam terbaik adalah komposisi M₃ (Tanah 2 kg: Pupuk kandang 4 kg) yang memiliki nilai bobot segar akar 120,69 g. Pupuk tidak memiliki dampak signifikan secara statistik terhadap pertumbuhan bobot segar umbi. Namun, jika dilihat dalam konteks petani, pemberian 4 kg pupuk kandang pada tanah bobot 2 kg dapat meningkatkan bobot segar akar sebesar 8,97 g dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman porang dapat memberikan hasil yang lebih baik dengan pemberian pupuk kandang, dan peningkatan sebesar 8,97 g dalam bobot segar akar untuk satu umbi memiliki dampak positif yang signifikan pada pendapatan petani jika diterapkan pada skala panen porang per hektar. Perlakuan komposisi media tanam terendah ada pada campuran M₁ (Tanah 4 kg: Pupuk kandang 2 kg) 110,83 g.

Perlakuan M₃ (Tanah 2 kg: Pupuk kandang 4 kg) menghasilkan bobot segar akar tanaman porang yang terbesar. Hasil ini jika dibandingkan dengan perlakuan campuran lainnya, campuran tanah-kompos M₃ memiliki komposisi pupuk kandang yang paling tinggi. Hal tersebut membuat kadar nutrisi makro yang diterima oleh perlakuan M₃ khususnya unsur N. Marschner (1995) menjelaskan bahwa peningkatan suplai N pada tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan bagian atas tanaman, namun hal ini dapat menghambat pertumbuhan bagian bawah tanaman. Pemberian pupuk organik yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil

tanaman secara optimal. Hal ini terjadi karena akar tanaman berkembang dengan baik, sehingga tanaman dapat menyerap unsur hara yang dibutuhkan dengan baik, dan akibatnya pertumbuhan bagian atas tanaman juga menjadi lebih baik.

Bobot kering akar tanaman porang, yang mengacu pada bobot akar setelah mengalami proses pengeringan di oven pada suhu 70 °C selama 72 jam hingga mencapai bobot konstan, digunakan sebagai peubah untuk mengevaluasi pertumbuhan tanaman. Tidak terdapat interaksi yang nyata antara kedua faktor terhadap bobot kering akar tanaman porang.

Selain itu, faktor mandiri jenis bibit porang dan berbagai media tanam juga tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap bobot kering akar tanaman porang. Bibit porang umbi (BT3) memiliki bobot segar akar tertinggi, mencapai 61,11 g, sementara perlakuan dengan bibit porang benih (BT1) memiliki bobot kering akar terendah, hanya 30,57 g. Di sisi lain, komposisi media tanam terbaik adalah komposisi M₃ (Tanah 2 kg: Pupuk kandang 4 kg) dengan bobot segar akar sebesar 58,63 g, sementara media tanam terendah adalah M₁ (Tanah 4 kg: Pupuk kandang 2 kg) dengan bobot segar akar 48,76 g.

Tabel 5. Rata-rata bobot akar porang pada macam bibit porang dan campuran tanah-kompos pada umur panen 40 HST

Perlakuan	Bobot segar akar Porang (g)	Bobot kering akar tanaman Porang (g)
Macam Bibit Porang		
BT ₁ (Benih)	73,74 a	30,57
BT ₂ (Katak)	109,43 ab	42,77
BT ₃ (Umbi)	154,89 b	61,11
BNJ 5%	61,52	tn
Media Tanam		
M ₀ (Tanah 6 kg)	111,72	49,65
M ₁ (Tanah 4 kg: Pupuk kandang 2 kg)	110,83	48,76
M ₂ (Tanah 3 kg: Pupuk kandang 3 kg)	114,97	52,91
M ₃ (Tanah 2 kg: Pupuk kandang 4 kg)	120,69	58,63
M ₄ (Pupuk kandang 6 kg)	119,37	57,31
BNJ 5%	tn	tn

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

Sejalan dengan peubah sebelumnya yaitu panjang akar dan juga bobot segar akar pada kombinasi M₃ (Tanah 2 kg: Pupuk kandang 4 kg) memiliki nilai bobot kering akar tertinggi. Bobot kering akar tanaman porang dipengaruhi oleh volume dan jumlah akar tanaman. Oleh karena itu, pertumbuhan tanaman yang menghasilkan sekitar 90 % dari bahan keringnya bergantung pada proses fotosintesis. Biomassa tanaman juga menjadi indikator yang berguna dalam mengukur kemampuan tanaman dalam melakukan fotosintesis dan pertumbuhan (Rahman *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Campuran tanah-kompos terbaik adalah tanah 2 kg: pupuk kandang 4 kg dengan karakteristik tanah lempung berliat, berat volume 0,72 g/cm³, berat jenis 1,76 g/cm³, porositas tanah 58,68%, dan kapasitas lapang air sebesar 8,98%. Perlakuan jenis bibit yang menghasilkan perakaran tanaman porang terbaik adalah jenis katak (bulbil). Tidak ada interaksi yang nyata antara jenis bibit porang dan campuran tanah-kompos terhadap perkembangan akar tanaman porang. Jenis bibit porang memiliki dampak yang penting pada panjang akar dan memberikan pengaruh yang nyata pada bobot akar segar, tetapi tidak memiliki pengaruh yang nyata pada bobot akar kering. Campuran tanah-kompos berpengaruh nyata pada panjang akar, tetapi tidak nyata pada bobot akar maupun bobot akar kering tanaman porang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, N. D., Auliasari, K. & Faisol, A. (2021). Sistem pendukung Keputusan Penentuan Kualitas tanaman Porang terbaik untuk kebutuhan ekspor menggunakan Metode K-Means Clustering. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 611–617. DOI: <https://doi.org/10.36040/jati.v5i2.3746>.
- Anturida, Z., Azrianingsih, R. & Wahyudi, D. (2015). Pengaruh jarak tanam terhadap pertumbuhan Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume.) pada fase pertumbuhan kedua. *Jurnal Biotropika*, 3 (3), 132–136.
- Bui, F., Lelang, M. A. & Taolin, R. I. C. O. (2016). Pengaruh komposisi media tanam dan ukuran polybag terhadap pertumbuhan dan hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Savana Cendana*, 1(1), 1–7. DOI: <https://doi.org/10.32938/sc.v1i01.1>.
- Chang, D. C., Cho, J. H., Jin, Y. I., Im, J. S., Cheon, C. G., Kim, S. J. & Yu, H.S. (2016). Mulch and planting depth influence potato canopy development, underground morphology, and tuber yield. *Field Crops Research*, 197, 117–124. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.05.003>.
- Darmayati, F. D. & Sutikto, T. (2019). Estimasi total air tersedia bagi tanaman pada berbagai tekstur tanah menggunakan metode pengukuran kandungan air jenuh. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 2(4), 164. DOI: <https://doi.org/10.19184/bip.v2i4.16317>.
- Delsiyanti, D., Widjajanto, D. & Rajamuddin, U. A. (2016). Sifat fisika tanah pada beberapa penggunaan lahan di Desa Oloboju Kabupaten Sigi. *Agrotekbis: E-Jurnal Ilmu Pertanian*, 4(3), 227–234.
- Dwicaksono, M. R. B., Suharto, B. & Susanawati, L. D. (2013). Pengaruh penambahan *effective microorganism* pada limbah cair industri perikanan terhadap kualitas pupuk cair organik. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(1), 7–11.
- Efendi, W. W., Hapsari, F. N. & Nuraini, Z. (2013). Studi inventarisasi keanekaragaman tumbuhan Paku di Kawasan Wisata Coban Rondo Kabupaten Malang. *Cogito Ergo Sum*, 2(3), 173–188.
- Elvira, A. A., Hindarti, S. & Khoiriyah, N. (2021). Usahatani Porang dan kontribusinya terhadap pendapatan keluarga (Study Kasus: di Desa Selur, Kecamatan Ngrayun, Kabupaten Ponorogo). *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 8(3).
- Fitri, J. L., Setyanto, N. W. & Riawati, L. (2015). Peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan menggunakan pendekatan *green productivity* pada proses produksi pupuk organik (Studi Kasus di PT Tiara Kurnia, Malang). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 3(2), 363–374.
- Hakim, N., Nyakpa, M. Y., Lubis, A. M., Nugroho, S. G., Saul, M. R., Diha, M. A., Hong, G. & Bailey, H. H. (1986). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Lampung.
- Hardjowigeno, S. (2003). *Ilmu Tanah Ultisol* (Edisi Baru). Akademika Pressindo.
- Hardjowigeno, S. (2010). *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo.
- Haryati, U. (2014). Karakteristik fisik tanah kawasan budidaya sayuran dataran tinggi, Hubungannya dengan strategi pengelolaan lahan. *Indonesian Center for Agricultural Engineering Research and Development*.
- Hasibuan, A. S. Z. (2015). Pemanfaatan bahan organik dalam perbaikan beberapa sifat tanah pasir Pantai Selatan Kulon Progo. *Planta Tropika*, 3 (1), 31–40.
- Intara, Y. I., Sapei, A., Sembiring, N. & Djoefrie, M. B. (2011). Pengaruh pemberian bahan organik pada tanah liat dan lempung berliat terhadap kemampuan mengikat air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(2), 130–135. <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/view/6457>.
- Litbang Penelitian Tanah. (1983). *Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah*. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.

- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2nd Edition). Academic Press.
- Mustawa, M., Abdullah, S. H. & Putra, G. M. D. (2017). Analisis efisiensi irigasi tetes pada berbagai tekstur tanah untuk tanaman sawi (*Brassica juncea*). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(2), 408–421.
- Natawijaya, A., Karuniawan, A. & Bhakti, C. (2009). Eksplorasi dan analisis kekerabatan *Amorphophallus* Blume Ex Decaisne di Sumatera Barat. *Zuriat*, 20(2), 111–120.
- Purwanto, I., Suryono, J., Sumantri, K. K., Somantri, E., Suhaeti, E., Hidayat, E. & Hidayat, R. (2014). Petunjuk Teknis Pelaksanaan Penelitian Kesuburan Tanah: Menghitung Takaran Pupuk untuk Percobaan Kesuburan Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Radha, T. K., Ganeshamurthy, A. N., Mitra, D., Sharma, K., Rupa, T. R. & Selvakumar, G. (2018). Feasibility of substituting cocopeat with rice husk and saw dust compost as a nursery medium for growing vegetable seedlings. *The Bioscan*, 13(2), 659–663.
- Rahayuningsih, Y. (2021). Analisis usahatani Porang (*Amorphophallus muelleri*) di Kecamatan Mancak, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*, 5(1), 47–56.
- Rahman, M., Mukta, J. A., Sabir, A. A., Gupta, D. R., Mohi-Ud-Din, M., Hasanuzzaman, M., Miah, Md. G., Rahman, M. & Islam, M. T. (2018). Chitosan biopolymer promotes yield and stimulates accumulation of antioxidants in Strawberry Fruit. *PLOS ONE*, 13(9), e0203769. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203769>.
- Ravi, V., Ravindran, C. S., Suja, G., George, J., Nandunzhiyan, M., Byju, G. & Naskar, S. K. (2011). Crop physiology of Elephant Foot Yam [*Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst. Nicolson)]. *Advances in Horticultural Science*, 25(1), 51–63.
- Sakti, I. T. & Sugito, Y. (2019). Pengaruh dosis pupuk kandang sapi dan jarak tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *PLANTROPICA: Journal of Agricultural Science*, 3(2), 124–132.
- Saleh, N. (2015). *Tanaman Porang Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya* (1st Edition). Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Satriawan, H. & Fuady, Z. (2015). *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Deepublish.
- Simangunsong, F. T., Rohanah, S. A. & Susanto, E. (2013). Analisis efisiensi irigasi tetes dan kebutuhan air tanaman Sawi (*Brassica juncea*) pada tanah Inceptisol. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 2(1), 83–89.
- Siswanto, B. & Karamina, H. (2016). Persyaratan lahan tanaman Porang (*Amorphophallus an-cophyllus*). *Buana Sains*, 16(1), 57–70. DOI: <http://dx.doi.org/10.33366/bs.v16i1.411>.
- Sulistiyono, E. & Abdillah, R. (2017). Kadar air kapasitas lapang dan bobot jenis tanah yang optimal untuk pertumbuhan dan produksi umbi Uwi (*Dioscorea alata* L.). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 10(1), 39–43.
- Sumarwoto, S. (2012). Peluang Bisnis beberapa Macam Produk Hasil Tanaman Iles Kuning di DIY Melalui Kemitraan dan Teknik Budaya. *Proceeding Business Conference "Bisnis dan Isu-Isu Global"*, 1–12.
- Suminar, R., Suwanto & Purnamawati, H. (2017). Pertumbuhan dan hasil Sorgum di tanah Latosol dengan aplikasi dosis pupuk nitrogen dan fosfor yang berbeda. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 45 (3), 271–277. DOI: <https://doi.org/10.24831/jai.v45i3.14515>.
- Sundari, I., Ma'ruf, W. F. & Dewi, E. N. (2014). Pengaruh penggunaan bioaktivator EM₄ dan penambahan tepung ikan terhadap spesifikasi pupuk organik cair Rumput Laut *Gracilaria sp.* *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3), 88–94.
- Supriati, Y., dan Herliana, E. (2014). *15 Sayuran Organik dalam Pot* (F. A. Nurrohman, Ed.; 1st Edition). Penebar Swadaya Grup.
- Tolaka, W., Wardah, W. & Rahmawati, R. (2013). Sifat fisik tanah pada hutan primer, Agroforestri dan Kebun Kakao di SUBDAS Wera Saluopa Desa Leboni Kecamatan Pamona Puselemba Kabupaten Poso. *Jurnal Warta Rimba*, 1(1), 1–8.
- Torey, P. C., Nio, S. A., Siahaan, P. & Mambu, S. M. (2013). Karakter morfologi akar sebagai indikator kekurangan air pada padi lokal Superwin (Root-Morphological Characters As Water-Deficit Indicators In Local Rice Superwin). *Jurnal Bios Logos*, 1(2).
- Triyono, K. (2013). Keanekaragaman hayati dalam menunjang ketahanan pangan. *Jurnal Inovasi Pertanian*, 11(1), 12–22.
- Wijayanto, N. & Pratiwi, E. (2011). Pengaruh naungan dari tegakan Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) terhadap pertumbuhan tanaman Porang (*Amorphophallus onchophyllus*). *Jurnal Silvikultur Tropika*, 2(1), 46–51.
- Yamani, A. (2010). Kajian Tingkat Kesuburan Tanah Pada Hutan Lindung Gunung Sebatung Di Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 11(29), 32–37.