

## Komposisi Media Tanam Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) di Polybag

### Composition of Organic Growing Media on Growth and Production of Red Ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) in Polybags

Bambang Pujiasmanto\*, Eddy Triharyanto, Sulandjari, Puji Harsono, Pardono, Hery Widijanto, Safira Nadhifatul Ardhina, Desy Setyaningrum

Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Central Java 57126, Indonesia

Received 08 June 2021; Accepted 21 September 2021; Published 31 December 2022

#### ABSTRACT

The productivity of red ginger in Indonesia has decreased by 9,174 tons compared to 2017. The decrease is due to the very limited area of red ginger production, the method of red ginger cultivation, which is still very conventional, and the low amount of organic matter in the soil. This study examines the effect of planting media composition on the growth and production of red ginger. The study used a Completely Randomized Block Design (RCBD) with six treatments, namely control (soil without manure), cow manure: green manure: soil (1:1:1), P2 = goat manure: green manure: soil (1:1:1), green manure: soil (1:2), cow manure: soil (1:2), and goat manure: soil (1:2) and repeated four times. Composition media of goat manure: green fertilizer: soil with a ratio of 1:1:1 could increase the growth of red ginger in variable plant height, number of leaves in the clump, leaf area, and the weight of fresh stover with a yield of 52.7 cm; 10,75; 148,5; 2952.59 cm<sup>2</sup>; and 307.33 g. Composition of green fertilizer media: soil with a ratio of 1:2 could increase the weight of dry stover with a value of 39.32 g, and red ginger production includes fresh weight of rhizomes 111.32 g, storage weight of rhizomes 107.87 g, and rhizome volume 124.12 cm<sup>3</sup>.

**Keywords:** Cow manure; Goat fertilizer; Green manure; Organic fertilizer, Sengon leaf fertilizer

**Cite this as (CSE Style):** Puji B, Triharyanto E, Sulandjari S, Harsono P, Pardono P, Widijanto H, Ardhina SN, Setyaningrum D. 2022. Komposisi media tanam organik terhadap pertumbuhan dan produksi Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) di Polybag. *Agrotechnology Res J.* 6(2):67–72. <https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i2.51840>.

#### PENDAHULUAN

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) merupakan salah satu famili Zingiberaceae yang tergolong dalam tanaman obat dan umumnya dipanen dalam 8-12 bulan. Rimpang jahe merah memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena sebagai sumber minyak atsiri dan oleoresin (Akshitha et al. 2020). Rimpang jahe merah mengandung minyak esensial, resin, pati, protein, mineral dan berbagai senyawa bioaktif. Gingerol dan shogaol adalah komponen bioaktif utama di rimpang jahe merah (Yeh et al. 2014). Gingerol sebagai komponen bioaktif utama yang bertanggung jawab terhadap rasa pedas rimpang jahe, namun kandungan gingerol tidak stabil karena sangat dipengaruhi faktor lingkungan (Akamine et al. 2021).

Produksi jahe merah di Indonesia tahun 2018 yaitu 207.411,89 ton mengalami penurunan sebesar 9.174 ton. Hal tersebut disebabkan karena penurunan luas

panen tanaman jahe pada tahun 2018 menurun sebesar 3,232% sekitar 350,98 hektar dibandingkan dengan luas panen tahun 2017 (Pujiasmanto et al. 2021). Produksi jahe yang menurun dapat disebabkan karena kurang optimalnya dalam hal pemupukan jahe, peralihan lahan, dan nilai jual jahe yang rendah (Prabawa dan Dewi 2019). Peningkatan produksi tanaman jahe merah dapat dilakukan dengan cara peningkatan hasil, pemupukan, dan peningkatan jumlah tanaman. Penggunaan bahan organik sebagai media tanam jauh lebih unggul dibandingkan dengan bahan anorganik, karena bahan organik dapat memberikan nutrisi bagi tanaman. Pori-pori makro dan mikro dari bahan organik hampir seimbang sehingga sirkulasi udara yang dihasilkan sangat baik dan tingkat penyerapan air tinggi (Wahyudi et al. 2018). Selain itu, penggunaan bahan organik yang rendah menyebabkan stabilitas karbon yang tersimpan dalam tanah dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Fatima et al. 2021). Hal ini mendukung suatu upaya inovasi teknologi dalam budidaya jahe merah melalui media tanam dengan memanfaatkan bahan organik, sehingga diharapkan dapat mempercepat proses pembelahan sel atau jaringan dan berpengaruh

\*Corresponding Author:

E-Mail: bambang\_p56@staff.uns.ac.id

terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi lebih baik (Soeparjono 2016).

Penggunaan bahan organik sebagai media tanam menurut Kiani et al. (2021) jauh lebih unggul dibandingkan dengan bahan anorganik, hal itu disebabkan bahan organik sudah mampu menyediakan unsur-unsur hara bagi tanaman. Selain itu, bahan organik juga memiliki pori-pori makro dan mikro yang hampir seimbang sehingga sirkulasi udara yang dihasilkan cukup baik serta memiliki daya serap air yang tinggi. Media organik sebagian besar komponennya berasal dari bahan organik seperti kotoran ayam, sapi dan kambing (Lestari 2021). Pupuk dari kotoran hewan yang berbeda memberikan efek yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman (Taofik et al. 2021). Selain itu, aplikasi pupuk daun dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil yaitu menghasilkan tunas lebih panjang, jumlah daun lebih banyak, diameter tunas lebih besar, jumlah ruas perakaran. Kebaharuan dari penelitian ini yaitu menggabungkan beberapa pupuk organik dari beberapa sumber bahan organik dalam mendukung pembibitan jahe merah. Penelitian bertujuan untuk mengkaji peran media tanam terhadap pertumbuhan dan produksi jahe merah.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Dusun Pelem, Desa Wonorejo, Jatiyoso Karanganyar dengan ketinggian tempat 726 mdpl, kelembapan udara 43%-77% dan memiliki jenis tanah latosol dengan kandungan C organik sebesar 1,80%, bahan organik 3,10%, N total 0,21%. P total 0,02%, K total 0,06%, rasio C/N sebesar 8,57%, dan porositas 55,45%. Suhu udara di sekitar lahan penelitian berkisar antara 28-35 °C. Kandungan pH tanah yaitu 6,14 dengan intensitas cahaya 10 lux pada cuaca cerah hingga 656 lux pada saat terik.

Bahan yang digunakan tanaman jahe merah, pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk hijau daun sengan, dan tanah. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) satu faktor yang terdiri enam taraf yaitu P0 = kontrol (tanah), P1 = pupuk kandang sapi : pupuk hijau : tanah (1:1:1), P2 = pupuk kandang kambing : pupuk hijau : tanah (1:1:1), P3 = pupuk hijau : tanah (1:2), P4 = pupuk kandang sapi : tanah (1:2), dan P5 = pupuk kandang kambing : tanah (1:2), dan diulang sebanyak empat kali. Pelaksanaan penelitian terdiri atas persiapan media pupuk organik dengan menimbang media sesuai komposisi pada rancangan penelitian (satu (1) perbandingan dalam penelitian ini senilai 5 kg) kemudian dicampur sesuai kode perlakuan. Penanaman dilakukan dengan mengisi 1 buah *polybag* dengan satu tunas rimpang jahe merah. Pemeliharaan dilakukan setiap hari dengan penyiraman dan pembersihan gulma. Pemanenan dilakukan ketika dalam fase vegetatif maksimum (panen muda saat umur 3 bulan setelah tanam).

Pengamatan variabel tinggi tanaman, jumlah batang perumpun, dan jumlah daun perumpun dilakukan setiap satu bulan sekali. Variabel luas daun dihitung dengan metode gravimetri (Irwan dan Wicaksono 2017), bobot brangkas segar (ditimbang menggunakan timbangan digital), bobot brangkas kering (di oven pada suhu 70°C selama 48 jam), bobot segar rimpang (ditimbang

menggunakan timbangan digital), bobot simpan rimpang (ditimbang menggunakan timbangan digital setelah disimpan selama 7 hari pada suhu ruang), dan volume rimpang diukur setelah panen. Data dianalisis menggunakan SPSS dengan analisis ragam dengan uji *F* 5%. Perbedaan antar perlakuan dengan DMRT pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi media tanam berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman (Tabel 1). Hasil tertinggi berdasarkan pada Tabel 1, terdapat pada komposisi media tanam dengan pupuk kandang kambing: pupuk hijau:tanah (1:1:1) dengan rata-rata sebesar 59,37 cm dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan komposisi media pupuk hijau:tanah (1:2) dengan rata-rata sebesar 57,75 cm. Kedua komposisi tersebut menghasilkan rata-rata dua kali dari kontrol. Pemberian pupuk kandang kambing pada tanah dapat meningkatkan kandungan bahan organik pada media tanam. Berdasarkan hasil uji kandungan hara pada pupuk kandang kambing terdapat bahan organik sebesar 36,04%. Komposisi bahan organik yang tinggi menandakan keberadaan pertumbuhan bakteri yang baik dan komposisi bahan organik dengan kisaran  $\geq 35\%$  termasuk dalam kategori tinggi (Alvarado et al. 2021). Adanya unsur N dapat merangsang tinggi tanaman dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan karena proses pembelahan sel aktif secara cepat dengan adanya unsur N yang tercukupi (Sari et al. 2017). Hal ini juga diperkuat oleh (Wijanarko et al. 2012) bahwa unsur N sangat dibutuhkan dalam jumlah paling banyak oleh tumbuhan dalam pertumbuhannya dan kemampuan suatu media tanam dalam menyediakan N sangat ditentukan oleh kondisi dan jumlah bahan organik. Keberadaan unsur N mempunyai peranan penting dalam merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan dan memacu pertumbuhan tinggi tanaman. Sistem pertanaman dengan menggunakan *polybag* menurut (Lestari et al. 2018) dapat menghasilkan tinggi tanaman yang lebih tinggi daripada pertanaman di lahan, hal itu dikarenakan konsentrasi pupuk yang disediakan hanya digunakan pada satu rumpun jahe saja dan tidak adanya kompetisi unsur hara dengan yang lain.

Berdasarkan Tabel 1 bahwa perlakuan berbagai media pupuk organik terhadap jumlah batang perumpun memiliki hasil yang signifikan. Komposisi media tanam dengan pupuk kandang kambing: pupuk hijau:tanah (1:1:1) menghasilkan jumlah batang perumpun tertinggi yaitu 10,75 cm. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan komposisi media pupuk hijau:tanah (1:2) yaitu 10 cm. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hijau pada tanah mempunyai hasil yang maksimal. Pupuk hijau sengan mengandung bakteri biostimulator yang diperlukan untuk merangsang pertumbuhan bibit selama pembibitan, selain itu agen biostimulan efektif dalam mendukung kesuburan tanah marginal yang selanjutnya, semua bakteri merangsang pertumbuhan vegetatif semai, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan cabang, setiap bulan selama persemaian (Widawati dan Suliasih 2021). Selain itu, pupuk daun sengan mengandung N, P, K, C/N rasio

sesuai dengan standar pupuk organik sesuai dengan Permentan (Irawan et al. 2021). Jumlah batang perumpun terendah pada komposisi media tanah. Hal ini disebabkan karena kandungan hara tanah belum mencukupi kebutuhan tanaman (d'Ischia et al. 2021). Komposisi media berpengaruh terhadap komposisi mikroba, dan kelimpahan eksudat akar yang dapat memfasilitasi daya dukung yang lebih besar dengan menyediakan nutrisi untuk menampung lebih banyak sel (King et al. 2021). Banyak mikroorganisme yang berdekatan dengan akar terbukti mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan meningkatkan ketahanan terhadap gangguan lingkungan (Sirajuddin et al. 2021). Komposisi media tanam yang tepat terutama budidaya akan mendukung pertumbuhan tunas pada rimpang dan apabila media tanam kurang mendukung maka pertumbuhan anakan akan rendah (Aidin et al. 2016).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi media tanam berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun perumpun (Tabel 1). Jumlah daun perumpun terendah pada komposisi media tanam tanah. Komposisi media pupuk kandang kambing: pupuk hijau: tanah (1:1:1) menghasilkan jumlah daun perumpun tertinggi. Hasil ini disebabkan pertumbuhan daun sangat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi media. Aplikasi pupuk kotoran kambing dapat meningkatkan Ph, nitrogen, fosfor, kapasitas tukar kation (Ikrrwati et al. 2021). Perlakuan media tanam dengan takaran dan bahan yang tepat dapat membantu menjaga kadar air dan dapat menyesuaikan kebutuhan tanaman (Anwar dan Azizah 2020). Kebutuhan hara yang tercukupi pada suatu tanaman maka akan menghasilkan jumlah daun yang semakin banyak. Kebutuhan unsur hara pada masa awal pertumbuhan (Anam 2015) akan menentukan perkembangan selanjutnya pada tanaman jahe merah, khususnya pembentukan daun.

Komposisi media pupuk organik berpengaruh signifikan terhadap luas daun (Tabel 1). Komposisi media pupuk kandang kambing: pupuk hijau: tanah (1:1:1) menghasilkan luas daun tertinggi yaitu 2952,59 cm<sup>2</sup>. Peningkatan luas daun merupakan upaya tanaman untuk memaksimalkan penangkapan cahaya untuk

fotosintesis. Perlakuan dengan pupuk kandang kambing dan pupuk hijau memiliki hasil yang baik karena adanya unsur P dan N. Faktor lingkungan seperti suhu dan kondisi tanah serta unsur hara terutama unsur P dan N sangat berpengaruh terhadap fotosintesis (Setyawan 2017). Hal ini diperkuat oleh (Saragih 2019) bahwa tanaman yang mempunyai luasan daun yang lebih besar pada saat awal pertumbuhan maka tanaman tersebut akan lebih cepat mengalami pertumbuhan karena kemampuannya dalam menghasilkan fotosintat yang tinggi.

Komposisi media tanam berpengaruh terhadap bobot brangkasan segar (Tabel 1). Komposisi media pupuk hijau : tanah (1:2) menunjukkan bobot brangkasan segar tertinggi yaitu sebesar 311,62 g. Semakin meningkat tinggi tanaman dan daun pada suatu tanaman maka akan semakin meningkat pula bobot segar tanaman (Prमितasari et al. 2016). (Saputri et al. 2018) berpendapat bahwa perlakuan tanpa pupuk memiliki bobot basah paling rendah hal ini disebabkan kurangnya unsur hara N yang digunakan untuk pembentukan protoplasma pada perkembangan batang, jumlah daun, dan perkembangan akar tanaman jahe merah, sehingga mengakibatkan rendahnya biomassa tanaman. (Syamsuwirman et al. 2019) menambahkan bahwa unsur hara yang disediakan oleh pupuk organik juga berpengaruh pada bobot basah tajuk jahe merah.

Komposisi media tanam berpengaruh terhadap bobot brangkasan segar (Tabel 1). Komposisi media pupuk hijau: tanah (1:2) menunjukkan bobot brangkasan kering tertinggi yaitu sebesar 39,32 g. Berdasarkan hasil uji kandungan hara pada pupuk hijau daun sengan didapatkan kandungan N total tertinggi dibandingkan pada pupuk kandang sapi dan pupuk kandang kambing yaitu sebesar 1,96% serta kandungan bahan organik 55,27%. Keberadaan unsur N dan K yang tinggi dapat menghasilkan bobot kering suatu tanaman namun hasil lebih tinggi didapatkan pada konsentrasi N yang lebih tinggi (Peña-Gutiérrez et al. 2019). Selain itu, apabila terjadi kenaikan luas daun maka akan berakibat pada laju asimilasi yang tinggi dan menghasilkan bobot kering yang tinggi (Buntoro et al. 2014).

**Tabel 1.** Hasil analisis pertumbuhan jahe merah pengaruh komposisi media pupuk organik dan tanah

Komposisi media	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah batang per rumpun	Jumlah daun per rumpun	Luas daun (cm)	Bobot brangkasan Segar (g)	Bob ot brangkasan kering (g)
T(kontrol)	34,74 a	4,25 a	3,00 a	509,38 a	39 ,53 a	4,88 a
PKS:PH:T(1:1:1)	52,70 ab	8,25 abc	116,75 b	1924,85 bc	207,53 bc	22,38 bc
PKK:PH:T(1:1:1)	59,37 b	10,75 c	148,5 b	2952,59 c	307,33 c	32,05 cd
PH:T(1:2)	57,75 b	10,00 bc	145,5 b	2931,86 c	311,62 c	39,32 d
PKS:T(1:2)	34,45 a	5,00 ab	39,25 a	532,88 a	53,73 a	5,64 a
KKK:T(1:2)	44,50 ab	7,25 abc	75,00 ab	892,28 ab	93,20 ab	9,62 ab
Sig. (p)	0,020	0,073	0,008	0,001	0,000	0,000

**Keterangan:** Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5%; T= tanah, PKS= pupuk kandang sapi, PKK= pupuk kandang kambing. PP= pupuk hijau

**Tabel 2.** Hasil analisis hasil jahe merah pengaruh komposisi media pupuk organik dan tanah

Komposisi media	Bobot rimpang segar (g)	Bobot rimpang simpan (g)	Volume rimpang (cm <sup>3</sup> )
T(kontrol)	37,40 a	35,54 a	35,25 a
PKS:PH:T(1:1:1)	78,95 ab	75,93 ab	90,00 b
PKK:PH:T(1:1:1)	109,05 b	104,96 b	88,75 b
PH:T(1:2)	111,32 b	107,87 b	124,12 c
PKS:T(1:2)	39,45 a	37,62 a	57,75 ab
PKK:T(1:2)	49,10 a	46,85 a	35,25 a
Sig.(p)	0,010	0,001	0,002

**Keterangan:** Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT taraf

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi media tanam berpengaruh terhadap bobot segar rimpang (Tabel 2). Komposisi media tanam pupuk hijau : tanah (1:2) menghasilkan bobot segar rimpang tertinggi yaitu 111,32 g dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan komposisi media pupuk hijau:tanah (1:2) dengan hasil 109,05 g. Bobot rimpang pada P0 menghasilkan bobot yang rendah karena kandungan N, P, dan K yang rendah sehingga hasil fotosintat yang ditranslokasikan ke rimpang juga sedikit.

Hasil produksi yang tinggi pada tanaman jahe (Mao et al. 2016) ada pada tanah yang subur karena jahe menyerap unsur hara seperti N, P, dan K untuk pertumbuhan dan produksi. Pengolahan lahan dan perbedaan karakteristik lokasi seperti kandungan hara dan pH tanah dapat menyebabkan perbedaan terhadap hasil jahe segar (Agbede 2019). Pemupukan yang dilakukan pada tanah atau media tanam menurut (Guji et al. 2019), dapat meningkatkan hasil rimpang dan parameter pertumbuhan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi media tanam berpengaruh terhadap bobot kering rimpang (Tabel 2). Komposisi media tanam pupuk hijau : tanah (1:2) menghasilkan bobot simpan rimpang tertinggi yaitu 107,87 g dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan komposisi media pupuk hijau:tanah (1:2) dengan hasil 109,05 g. (Abdillah et al. 2015) berpendapat bahwa saat penyimpanan, rimpang mengalami penurunan bobot kering dan kadar air, hal itu dapat terjadi karena rimpang jahe telah mengalami respirasi selama penyimpanan. Penurunan bobot rimpang jahe selama penyimpanan juga dipengaruhi oleh jenis jahe tersebut. Menurut (Widyanti et al. 2021) bahwa jahe merah pada saat awal pengeringan mengalami penurunan kadar air lebih cepat karena pada saat awal pengeringan. Pemberian unsur N, P, dan K menurut (Samiri et al. 2019), berpengaruh nyata terhadap bobot kering rimpang. Hal ini disebabkan karena hasil produksi jahe merah yang tinggi pada tanah yang subur karena jahe menyerap unsur hara seperti N, P, dan K untuk pertumbuhan dan produksi (Fatima et al. 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi media tanam berpengaruh terhadap volume rimpang (Tabel 2). Komposisi media tanam pupuk hijau: tanah

(1:2) menghasilkan volume rimpang tertinggi yaitu 124,12 cm<sup>3</sup>. Kadar C organik yang tinggi dapat menunjang pertumbuhan dari rimpang jahe merah. Berdasarkan hasil uji kandungan hara pada pupuk hijau daun sengan didapatkan kandungan N total dan bahan organik tertinggi dibandingkan pada pupuk kandang sapi dan pupuk kandang kambing yaitu sebesar 1,96% dan 55,27%. Kandungan C organik menurut (Srinivasan et al. 2019) berhubungan dengan panjang rimpang jahe merah yang mana pertambahan panjang rimpang menunjukkan korelasi yang positif dengan C organik tanah. Pertumbuhan dan hasil jahe merah menurut (Asafa dan Akanbi 2018) dipengaruhi oleh kadar nitrogen. Tercukupinya kebutuhan nitrogen suatu tanaman akan menghasilkan ukuran rimpang yang maksimum. Perbedaan karakter jahe seperti panjang, diameter, dan jumlah rimpang juga tergantung pada jenis jahe, selain itu ukuran rimpang pada pengolahan tanah yang tepat dan pemupukan menghasilkan hasil yang terbaik (Azizah et al. 2019).

## KESIMPULAN

Komposisi media pupuk kandang kambing: pupuk hijau: tanah dengan perbandingan 1:1:1 dapat meningkatkan pertumbuhan jahe merah pada variabel tinggi tanaman, jumlah daun perumpun, luas daun, dan bobot brangkas segar dengan hasil 52,7 cm; 10,75; 148,5; 2952,59 cm<sup>2</sup>; dan 307,33 g. Komposisi media pupuk hijau: tanah dengan perbandingan (1:2) dapat meningkatkan bobot brangkas kering dengan nilai 39,32 g dan produksi jahe merah meliputi bobot segar rimpang, bobot simpan rimpang, dan volume rimpang dengan hasil 111,32 g; 107,87 g; dan 124,12 cm<sup>3</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah RH, Rogomulyo R, Purwanti S. 2015. Pengaruh bobot rimpang dan tempat penyimpanan terhadap mutu bibit rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *Vegetalia*. 4(4):57–67.
- Agbede TM. 2019. Influence of five years of tillage and poultry manure application on soil properties and ginger (*Ziginber officinale* Roscoe) productivity. *J Crop Sci Biotechnol*. 22(2):91–99. <https://doi.org/10.1007/s12892-018-0155-0>.

- Aidin A, Sahiri N, Madauna I. 2016. Pengaruh jenis rimpang dan komposisi media tanam terhadap pertumbuhan bibit jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc.). J Agrotekbis. 4(4):394–402.
- Akamine LA, Vargas Medina DA, Lanças FM. 2021. Magnetic solid-phase extraction of gingerols in ginger containing products. Talanta. 222(September 2020):121683. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121683>.
- Akshitha HJ, Umesha K, Leela NK, Shivakumar MS, Prasath D. 2020. Quality attributes and essential oil profiling of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) genotypes from India. J Essent Oil Res. 32(5):456–463. <https://doi.org/10.1080/10412905.2020.1789000>.
- Alvarado A, West S, Abbt-Braun G, Horn H. 2021. Hydrolysis of particulate organic matter from municipal wastewater under aerobic treatment. Chemosphere. 263:128329. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128329>.
- Anam C. 2015. Pengaruh macam media tanam dan macam naungan terhadap pertumbuhan bibit jahe merah (*Zingiber Officinale* var. *rubrum*). Saintis. 7(2):123–136.
- Anwar NH, Azizah N. 2020. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) pada berbagai jenis dan komposisi media tanam substrat. PLANTROPICA J Agric Sci. 5(1):37–42. <https://doi.org/10.21776/ub.jpt.2020.005.1.5>.
- Asafa RF, Akanbi WB. 2018. Growth and rhizome yield of ginger (*Zingiber officinale* L.) as influenced by propagule size and nitrogen levels in Ogbomoso, Southwestern Nigeria. Int Lett Nat Sci. 67:35–45. <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ILNS.67.35>.
- Azizah N, Purnamaningsih SL, Fajriani S. 2019. Land characteristics impact productivity and quality of ginger (*Zingiber officinale* Rosc) in Java, Indonesia. AGRIVITA J Agric Sci. 41(3):439–449. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i3.2321>.
- Buntoro BH, Rogomulyo R, Trisnowati S. 2014. Pengaruh takaran pupuk kandang dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan hasil temu putih (*Curcuma zedoaria* L.). Vegetalika. 3(4):29–39.
- d'Ischia M, Manini P, Martins Z, Remusat L, O'D. Alexander CM, Puzzarini C, Barone V, Saladino R. 2021. Insoluble organic matter in chondrites: Archetypal melanin-like PAH-based multifunctionality at the origin of life? Phys Life Rev. 37:65–93. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2021.03.002>.
- Fatima S, Riaz M, Al-Wabel MI, Arif MS, Yasmeen T, Hussain Q, Roohi M, Fahad S, Ali K, Arif M. 2021. Higher biochar rate strongly reduced decomposition of soil organic matter to enhance C and N sequestration in nutrient-poor alkaline calcareous soil. J Soils Sediments. 21(1):148–162. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02753-6>.
- Guji MJ, Yetayew HT, Kidanu ED. 2019. Yield loss of ginger (*Zingiber officinale*) due to bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) in different wilt management systems in Ethiopia. Agric Food Secur. 8(1):5. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0245-6>.
- Ikrarwati, Syamsi NA, Sastro Y, Rusbana TB, Sudolar NR, Romadhonah Y. 2021. Quality of growth media and yields of *Allium ascolanicum* L. on Ultisol soil combined with rabbit manure. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 715(1):012039. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/715/1/012039>.
- Irawan B, Putri LF, Farisi S, Suratman. 2021. Application of Xylanolytic fungi Inoculum of *Aspergillus tubingensis* R. Mossery in bamboo (*Bambusa* sp.) litter composting. J Phys Conf Ser. 1751(1):012064. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1751/1/012064>.
- Irwan AW, Wicaksono FY. 2018. Perbandingan pengukuran luas daun kedelai dengan metode gravimetri, regresi dan scanner. Kultivasi. 16(3):425–429. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.14448>.
- Kiani M, Raave H, Simojoki A, Tammeorg O, Tammeorg P. 2021. Recycling lake sediment to agriculture: Effects on plant growth, nutrient availability, and leaching. Sci Total Environ. 753:141984. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141984>.
- King WL, Yates CF, Guo J, Fleishman SM, Trexler R V., Centinari M, Bell TH, Eissenstat DM. 2021. The hierarchy of root branching order determines bacterial composition, microbial carrying capacity and microbial filtering. Commun Biol. 4(1):483. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-01988-4>.
- Lestari MW. 2021. Heavy metal content in the leaves of *Crassocephalum crepidioides* due to the application of various types of manure. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 733(1):012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/733/1/012001>.
- Lestari S, Astuti Y, Malik RJ, Kardiyanto E. 2018. Keragaan pertumbuhan tanaman jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc.) pada kondisi cekaman kekeringan di Provinsi Banten. Agrovigor J Agroekoteknologi. 7(1):09–14. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v11i1.3818>.
- Mao H, Ran L, Li H. 2016. Study on soil nutrient contents and nutrient characteristics of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). Agric Sci Technol. 17(1):92–95.
- Peña-Gutiérrez AM, Pérez-Flores J, Rivero-Bautista N del, Santos AOL. 2019. Effect of fertilization on yield and NPK contents in red ginger. J Exp Agric Int. 30(6):1–8. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2019/46151>.
- Prabawa BAT, Dewi RK. 2019. Efisiensi penggunaan faktor-faktor produksi dalam produksi jahe gajah. J Manaj Agribisnis. 7(1):1. <https://doi.org/10.24843/JMA.2019.v07.i01.p1>.
- Pramitasari HE, Wardiyati T, Nawawi M. 2016. Pengaruh dosis pupuk nitrogen dan tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L.). J Produksi Tanam. 4(1):49–56.

- Pujiasmanto B, Triharyanto E, Widijanto H, Pardono P, Harsono P, Sulandjari S. 2021. Sosialisasi, penyuluhan, dan pelatihan budidaya jahe merah di Dusun Pelem, Desa Wonorejo, Kecamatan Jatiyoso, Kabupaten Karanganyar. PRIMA J Community Empower Serv. 5(1):14. <https://doi.org/10.20961/prima.v5i1.43990>.
- Samiri S, Radian R, Gafur S. 2019. Pengaruh berat bibit dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jahe pada tanah Gambut. Agrovigor J Agroekoteknologi. 12(2):64–69. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v12i2.5529>.
- Saputri L, Hastuti ED, Budihastuti R. 2018. Respon pemberian pupuk urea dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan kandungan minyak atsiri tanaman jahe merah [*Zingiber officinale* (L.) Rosc var. *rubrum*]. J Biol. 7(1):1–7.
- Saragih MK. 2019. Hubungan luas daun dengan laju asimilasi bersih. Maj Ilm Methodagro. 5(1):52–56.
- Sari MN, Sudarsono, Darmawan. 2017. Pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan fosfor pada tanah-tanah kaya Al dan Fe. Bul Tanah dan Lahan. 1(1):65–71.
- Setyawan F. 2017. Pengaruh *Bacillus subtilis* dan bahan organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L.). J Hijau Cendekia. 2(1):21–28.
- Sirajuddin MM, Muhlisin, Pertiwiningrum A. 2021. The effect of sludge dairy cattle and expired milk powder waste as growth media for white oyster mushroom (*Pleurotus florida*). IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 637(1):012047. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012047>.
- Soeparjono S. 2016. The effect of media composition and organic fertilizer concentration on the growth and yield of red ginger Rhizome (*Zingiber officinale* Rosc.). Agric Agric Sci Procedia. 9:450–455. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.162>.
- Srinivasan V, Thankamani CK, Dinesh R, Kandiannan K, Hamza S, Leela NK, John Zachariah T. 2019. Variations in soil properties, Rhizome yield and quality as influenced by different nutrient management schedules in rainfed ginger. Agric Res. 8(2):218–230. <https://doi.org/10.1007/s40003-018-0382-y>.
- Syamsuwirman, Afrida, Desi Y, Taher YA, Putra IE, Orlina. 2019. Penggunaan pupuk organik limbah pertanian dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jahe (*Zingiber officinale* Rosc) Panen Muda. J Sains Agro. 4(2):1–8.
- Taofik A, Frasetya B, Kusmana A. 2021. Application of various source animal manure and dosage on the growth and yield *Phaseolus vulgaris* L. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 1098(5):052005. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1098/5/052005>.
- Wahyudi A, Setiono, Hasnelly. 2018. Pengaruh pemberian pupuk Bokashi kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc). J Sains Agro. 3(2):1–7.
- Widawati S, Suliasih. 2021. Bacterial support as a biostimulant agent (BPNIII, Azzofor) for marginal soil fertility and stimulating seedlings growth in nursery. J Phys Conf Ser. 1751(1):012058. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1751/1/012058>.
- Widyanti N luh D, Yulianti NL, Setiyo Y. 2021. Karakteristik pengeringan dan sifat fisik bubuk jahe merah kering (*Zingiber Officinale* Var. *rubrum*) dengan variasi ketebalan irisan dan suhu pengeringan. J BETA Biosist dan Tek Pertan. 9(2):148. <https://doi.org/10.24843/JBETA.2021.v09.i02.p01>.
- Wijanarko A, Heru Purwanto B, Shiddieq F, Indradewa D. 2012. Pengaruh kualitas bahan organik dan kesuburan tanah terhadap mineralisasi Nitrogen dan serapan N oleh tanaman ubikayu di Ultisol. J Perkeb Lahan Trop. 2(2):1–9.
- Yeh H, Chuang C, Chen H, Wan C, Chen T, Lin L. 2014. Bioactive components analysis of two various gingers (*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidant effect of ginger extracts. LWT - Food Sci Technol. 55(1):329–334. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.08.003>.