

## KARAKTER DAN PRODUKSI TIGA AKSESI TALAS DENGAN PENAMBAHAN DOSIS BAHAN ORGANIK

### PLANT CHARACTERS AND PRODUCTION OF THREE TARO CULTIVARS BY DIFFERENT ORGANIC DOSE

Ridwan Diaguna\*, Edi Santosa, Trikoesoemaningtyas, Ni Made Armini Wiendi, Didy Soepandi, Sobir, dan Eny Widajati

Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia

\* Corresponding Author. E-mail address: [ridwandiaguna@apps.ipb.ac.id](mailto:ridwandiaguna@apps.ipb.ac.id)

#### PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 16 Januari 2023  
Direvisi: 30 April 2023  
Disetujui: 11 Agustus 2023

#### KEYWORDS:

Corm attributes, seedling production, tubers, underutilized crop

#### KATA KUNCI:

Karakter umbi, produksi bibit, umbi-umbian, underutilized crop

#### ABSTRACT

*Taro tuber is carbohydrate source that was more adaptive to climate change challenges. This research aims to identify the effect of organic manure dose to growth and tuber-seedlings production of three taro accessions. The research was carried out from January to July 2021 that was located at Leuwikopo Experimental Station, Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, IPB University. The research was arranged in Randomized Completely Block Design – Single factor with five replications. The organic manure dose level i.e., 0,25, 0,5, 0,75, and 1.0 kg plant<sup>-1</sup>. Organic manure dose increased vegetative growth, tuber attributes, and tuber-seedlings production. The proper organic manure dose for vegetative growth, tuber attributes, and tuber-seedlings production was recorded in 0,5 kg plant<sup>-1</sup>. A positive correlation was identified among vegetative characters, tuber attributes, and tuber-seedlings production. Some characters observed important to determine the tuber development and increases the tuber-seedlings production were plant height, leaf size, and stem diameter.*

#### ABSTRAK

Umbi talas merupakan sumber karbohidrat yang lebih adaptif terhadap tantangan perubahan iklim. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh dosis bahan organik terhadap pertumbuhan dan produksi tiga aksesori talas. Penelitian dilakukan mulai Januari hingga Juli 2021 di Kebun Percobaan Leuwikopo, Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB University. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok faktor tunggal yaitu dosis bahan organik, dengan lima ulangan. Dosis bahan organik terdiri dari 4 taraf yaitu 0,25 kg tanaman<sup>-1</sup>, 0,5 kg tanaman<sup>-1</sup>, 0,75 kg tanaman<sup>-1</sup>, dan 1 kg tanaman<sup>-1</sup>. Bahan organik (BO) meningkatkan pertumbuhan vegetatif, karakter umbi dan produksi umbi bibit. BO meningkatkan karakter kuantitatif pertumbuhan vegetatif. Dosis sekitar 0,5 tanaman<sup>-1</sup> dapat digunakan sebagai dosis yang tepat untuk pertumbuhan vegetatif, karakter umbi dan produksi umbi bibit talas. Ada korelasi positif antara pertumbuhan vegetatif, karakter umbi dan produksi umbi bibit. Tinggi tanaman, ukuran daun, dan diameter batang sangat penting untuk menentukan perkembangan umbi, dan selanjutnya menyebabkan tingginya produksi bibit.

## 1. PENDAHULUAN

Produksi pangan menghadapi tantangan perubahan iklim mulai dari kekeringan, karbondioksida, suhu tinggi, curah hujan tinggi, dan banjir (Batts *et al.* 1997; Nelson *et al.* 2009; Smith & Gregory 2013a; Zhao *et al.* 2017; Godfray *et al.* 2018) dan keberlanjutan produksi (Smith & Gregory 2013b; Singh & Singh 2017; Garcia *et al.* 2020). Pemenuhan pangan dunia dipenuhi dari pangan biji-bijian berupa padi, gandum, dan jagung. Komoditas tersebut sangat rentan terhadap perubahan iklim (Lu *et al.* 2019) dan berdampak pada penurunan produksi (Holst *et al.* 2013). Dalam hal sumber karbohidrat global, umbi-umbian menjadi komoditas penting kedua setelah biji-bijian (Chandrasekara & Kumar 2016). Umbi-umbian dianggap lebih tahan dan mudah beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dan iklim yang tidak menguntungkan (Gweyi-Onyango *et al.* 2021). Diversifikasi sumber karbohidrat non biji sangat penting dan juga menjadi pencapaian dalam produksi pangan berkelanjutan. Kandungan energi umbi-umbian sekitar 1/3 dari padi dan gandum pada bobot yang sama (Chandrasekara & Kumar 2016).

Talas (*Colocasia esculenta* (L) Schott) merupakan salah satu pangan kuno di dunia yang kurang dimanfaatkan di Indonesia. Talas memiliki potensi besar sebagai sumber pangan dengan nutrisi tinggi. Umbi talas mengandung karbohidrat, protein, mineral, (K, P, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Cu), dan vitamin (A, C, riboflavin, thiamin, dan niacin) (Wills *et al.* 1983; Huang *et al.* 2000; Aregheore & Perera 2003; M Alcantara 2013; Temesgen 2017). Glukomannan merupakan salah satu karbohidrat pada talas (Adachi *et al.* 2020; Sudhakar *et al.* 2020). Glukomannan sering dimanfaatkan dalam industri minuman, makanan dan kesehatan (Fang & Wu 2004; Sugiyama & Santosa 2008; Zhu 2016). Sejumlah besar aksesori dipertahankan oleh petani lokal melalui praktik budidaya tradisional seperti naungan (Schaffer & O'Hair 1987; Gondim *et al.* 2018), kekeringan (Ganança *et al.* 2015, 2018; Mabhaudhi & Modi 2015; Gouveia, Ganança, *et al.* 2020; Gouveia, Lebot, *et al.* 2020; Hidayatullah *et al.* 2020), dan tergenang (Deenik *et al.* 2013; Ikezawa *et al.* 2014; Hidayatullah *et al.* 2020; Li *et al.* 2021).

Di Indonesia, talas dapat ditemukan secara liar dan dibudidayakan pada berbagai kondisi lingkungan mulai di daerah pesisir hingga dataran tinggi. Masalah dalam budidaya talas oleh petani lokal adalah rendahnya mutu umbi bibit dan produktivitas (Maretta *et al.* 2020). Peningkatan mutu umbi bibit dan produktivitas dilakukan dengan pemupukan pupuk kimia yang sering kali tidak menguntungkan secara ekonomi dan keberlanjutan lingkungan (Agbede *et al.* 2020). Petani talas di Indonesia sangat bergantung pada pupuk kimia. Nyatanya, petani talas di Indonesia memiliki pendapatan sekunder dari peternakan dan kotoran ternak tersebut sangat potensial untuk digunakan dalam budidaya talas. Komponen penting dalam meningkatkan kesuburan tanah bagi petani tradisional adalah penambahan kotoran ternak sebagai pembenah tanah (Markewich *et al.* 2010). Bahan organik (BO) kotoran ternak akan meningkatkan sifat kimia (Rayne & Aula 2020), dan fisik tanah (Pinkerton *et al.* 2021). Penambahan bahan organik merupakan faktor penting dalam pembentukan umbi (Turhan *et al.* 2007; Balemi 2012), dan pembentukan anakan (Bosha *et al.* 2019).

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan dosis bahan organik terhadap karakter morfologi talas, dan hubungan karakter morfologi dan umbi yang dihasilkan, serta menentukan dosis yang tepat untuk budidaya talas di Indonesia.

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada Januari hingga Juni 2021 di Kebun Percobaan Leuwikopo, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University. Lokasi penelitian terletak di 106°43'09" E dan 6°33'39" S, dengan ketinggian  $\pm 190$  mdpl (<https://earth.google.com/web/search/Kebun+Percobaan+Leuwikopo+IPB>). Kondisi iklim rata-rata bulanan yaitu suhu 29.5

oC, tekanan udara 1009.8 mbar, kecepatan angin 6.2 km h<sup>-1</sup>, kelembapan udara (RH) 80%, dan curah hujan 215 mm (Tabel 1).

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal berupa dosis bahan organik (BO), dan lima ulangan. Dosis BO terdiri dari 4 taraf yaitu 0.25 kg tanaman<sup>-1</sup> (5 ton ha<sup>-1</sup>), 0.5 kg tanaman<sup>-1</sup> (10 ton ha<sup>-1</sup>), 0.75 kg tanaman<sup>-1</sup> (15 ton ha<sup>-1</sup>), dan 1 kg tanaman<sup>-1</sup> (20 ton ha<sup>-1</sup>). Penelitian menggunakan tiga aksesi talas yaitu NTT, S-24, dan S-28. Aksesi talas didapatkan dari Kebun Koleksi Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University.

Kapur pertanian diberikan untuk meningkatkan pH tanah dengan dosis 1 ton ha<sup>-1</sup> saat satu minggu sebelum tanam. Umbi di tanam pada bedengan berukuran 5 m (p) x 1 m (l) x ± 40 cm (t) dengan jarak tanam 50 cm dalam baris dan 100 cm antar baris pada kedalaman tanam ± 5-8 cm. Ukuran umbi yang digunakan disajikan pada Tabel 2. Bahan organik yang digunakan adalah kotoran sapi dan diaplikasikan satu minggu sebelum tanam. Pestisida Furadan 3G® dan Dithane M45® diaplikasikan untuk mengendalikan hama dan penyakit selama pertumbuhan tanaman di lapangan.

Pengamatan dilakukan terhadap karakter morfologi, pertumbuhan vegetatif, dan karakter umbi, serta produksi umbi bibit. Identifikasi karakter morfologi dilakukan sesuai dengan Descriptors of Taro – IPGRI 1999. Pertumbuhan vegetatif dilakukan setiap bulan hingga panen (± 4 bulan) dengan mengamati diameter batang, tingi tanaman, panjang petiol, lebar dan panjang daun. Karakter umbi diamati saat panen dengan mengamati jumlah umbi per tanaman, jumlah, bobot – diameter – panjang umbi utama, jumlah dan bobot umbi samping, dan produksi umbi bibit.

Data dianalisis uji sidik ragam (F test) menggunakan SAS On-Demand for Academics (<https://welcome.oda.sas.com/>) pada taraf nyata 0.05, dan jika menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan uji beda rerata Duncan's Multiple Range Test. Analisis korelasi pearson's dilakukan untuk menentukan hubungan antar karakter pertumbuhan vegetatif, karakter umbi, dan produksi umbi bibit.

Tabel 1. Rerata Bulanan Kondisi Cuaca di Lokasi Selama Penelitian

Bulan	Suhu (°C)	Tekanan udara (mbar)	Kecepatan angin (km/h)	Kelembapan udara (RH) (%)	Curah hujan (mm)
Januari	28.8	1009.7	7.9	79	202
Februari	29.0	1009.9	6.4	81	206
Maret	29.6	1010.0	6.0	80	268
April	29.9	1009.8	5.5	80	245
Mei	30.3	1009.8	5.0	78	156
Rata-rata	29.5	1009.8	6.2	80	215

Sumber: <https://www.weather-atlas.com/en/indonesia/bogor>

Tabel 2. Ukuran Umbi Tiga Aksesi Talas yang Digunakan

Aksesi	Ukuran	Minimal	Maksimal	Rata-rata
NTT	Bobot (g)	16.0	39.0	26.4
	Diameter (cm)	2.4	3.6	2.9
	Panjang (cm)	4.4	6.5	5.3
S-24	Bobot (g)	30	47	39.0
	Diameter (cm)	3.0	4.8	3.6
	Panjang (cm)	4.2	7.1	5.3
S-28	Bobot (g)	17	28.0	22.5
	Diameter (cm)	1.8	2.1	1.9
	Panjang (cm)	2.1	2.5	2.5

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakter Morfologi

Perbedaan daun, petiol, umbi, dan umbi samping diidentifikasi pada tiga aksesori talas (Gambar 1). Karakter tiga aksesori talas diidentifikasi melalui perbedaan warna, pola, dan bentuk ketujuh karakter yang diamati (Tabel 3). Tujuh karakter tersebut yang sering digunakan petani untuk membedakan antar aksesori (Maretta *et al.* 2020). Perbedaan antar aksesori dapat dibedakan melalui keragaman beberapa karakter seperti bentuk daun, warna petiol dan arsitektur umbi (Strauss *et al.* 1980). Aksesori NTT memiliki tipe berumbi tunggal (dasheen), sedangkan S-24 dan S28 memiliki tipe umbi utama dengan umbi samping (eddoe). Bentuk umbi dapat digunakan untuk membedakan aksesori NTT dengan aksesori S-24 dan S-28. Aksesori S-24 dan S-28 dapat dibedakan dengan jelas melalui 7 karakter pada Tabel 3.

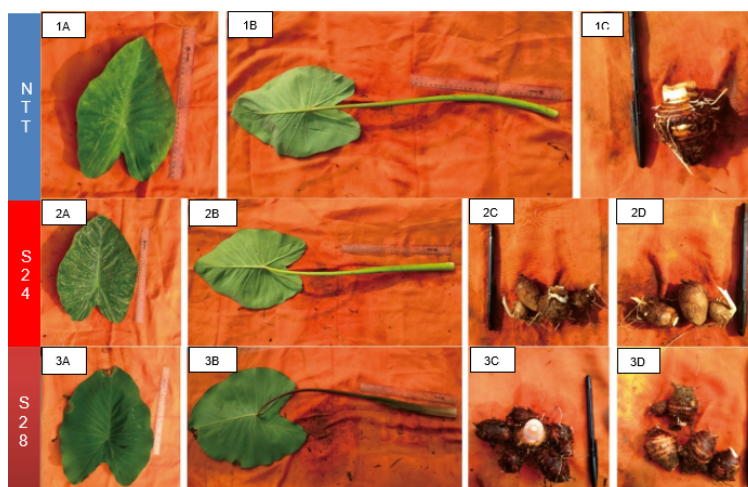
#### 3.2 Pertumbuhan Vegetatif

Semua karakter pertumbuhan vegetatif tiga aksesori meningkat dengan meningkatnya dosis bahan organik (BO). Hal ini bisa dilihat dari tinggi tanaman, panjang petiol, diameter batang, panjang

Tabel 3. Karakter Morfologi Tiga Aksesori Talas

Karakter	Aksesori		
	NTT	S-24	S-28
Warna pelepah ( <i>Sheath color</i> )	1	1	2
Pola urat daun ( <i>Vein pattern of leaf base</i> )	2	3	2
Warna petiol ( <i>Petiole color</i> )	3	3	2
Bentuk umbi ( <i>Corm shape</i> )	3	4	1
Warna tunas ( <i>Bud color</i> )	1	2	1
Bentuk umbi samping ( <i>Cormlet shape</i> )	Tidak ada	4	3
Warna akar ( <i>Root color</i> )	2	2	1

Keterangan: Sheath color (1-light green, 2-red purplish), Vein pattern at leaf base (1-Y pattern, 2- Y-pattern extending to the secondary vein, 3- V pattern), Whole petiole color (1-brown, 2-purple, 3-light green), Corm shape (1-cylindrical, 2-dumb-bell, 3-conical, 4-round), Bud color (1-yellow green, 2-pink-red), Cormlet shape (1-conical, 2-elongated, 3-elongated-curved, 4-elliptical), Root color (1-pinkish white, 2-white).



Gambar 1. Karakter Daun, Petiol, dan Umbi Talas Aksesori NTT (1A-C). Karakter Daun, Petiol, Umbi, dan Umbi Samping Talas Aksesori S24 (2A-D). Karakter Daun, Petiole, Umbi dan Umbi Samping Talas Aksesori S-28 (3A-D).

dan lebar daun (Tabel 4). BO diduga meningkatkan kesuburan tanah seperti sifat fisik, kimia dan biologi tanah. BO meningkatkan agregasi dan struktur (Eid *et al.* 2017; Chen *et al.* 2018), densitas (Franzluebbers 2002), dan kapasitas pegang air tanah (Martens & Frankenberger 1992), sehingga meningkatkan aktivitas mikrobiologi tanah (Ding *et al.* 2017; Mi *et al.* 2018), selanjutnya berpengaruh terhadap pH dan meningkatkan ketersediaan unsur hara makro dan mikro (Damodar Reddy *et al.* 1999; Watts *et al.* 2010), terutama siklus karbon (Jin *et al.* 2018) dan posfor (Shi *et al.* 2021). Mineralisasi C dan P menyebabkan N dan P dapat diserap dan digunakan untuk pertumbuhan vegetatif. Keduanya sangat penting untuk pertumbuhan vegetatif dan produktivitas tanaman (Wang & Li 2004; Razaq *et al.* 2017; Gulzar *et al.* 2019; Kahsay 2019; Yan *et al.* 2019; Lin *et al.* 2020).

Pertumbuhan vegetatif pada tabel 4 menunjukkan bahwa perbedaan respon setiap aksesori terhadap dosis BO. Dosis BO menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, panjang petiol dan diameter batang aksesori NTT. Dosis 0.75 – 1 kg tanaman<sup>-1</sup> (15 – 20 ton ha<sup>-1</sup>) menunjukkan tinggi tanaman, panjang petiole dan diameter batang tertinggi. Dosis BO menunjukkan pengaruh pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, panjang petiol, dan panjang daun aksesori S-24. Dosis 0.75 – 1 kg tanaman<sup>-1</sup> (15–20 ton ha<sup>-1</sup>) menunjukkan tinggi tanaman, panjang petiol dan panjang daun tertinggi. Dosis 1 kg tanaman<sup>-1</sup> menghasilkan tinggi tanaman tertinggi pada aksesori S-28 sekitar 57.67 cm, dan diikuti dosis 0.75 kg tanaman<sup>-1</sup> (52.40 cm), 0.5 kg tanaman<sup>-1</sup> (52.60 cm), dan 0.25 kg tanaman<sup>-1</sup> (45.67 cm).

Secara umum dosis bahan organik 0.75 – 1 kg tanaman<sup>-1</sup> (15-20 ton ha<sup>-1</sup>) meningkatkan tinggi tanaman dan panjang petiol. Hasil tersebut dilaporkan dalam beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan pengaruh BO terhadap kedua karakter tersebut. Dosis BO >15 ton ha<sup>-1</sup> dilaporkan banyak penelitian dapat meningkatkan tinggi tanaman (Cardoso *et al.* 2009; Amalia *et al.* 2020)(Hegde *et al.* 2012). Banyak penelitian juga melaporkan bahwa dosis BO rendah 0.25 – 1 ton ha<sup>-1</sup> berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman cabe (Siavoshi *et al.* 2011; Khaitov *et al.* 2019), meskipun penelitian lain juga melaporkan BO tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman (Yeshiwas *et al.* 2018).

Tabel 4. Pertumbuhan Vegetatif Tiga Aksesori Talas yang Dipengaruhi Penambahan Dosis Bahan Organik

Aksesori	Dosis (kg tanaman <sup>-1</sup> )	Tinggi tanaman (cm)	Panjang petiol (cm)	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Diameter batang (cm)
NTT	0.25	60.93 b	38.80 c	25.33	20.53	3.86 b
	0.5	63.20 b	40.27 bc	26.4	21.47	3.97 b
	0.75	66.67 ab	42.67 b	27.19	24.95	4.00 b
	1	72.40 a	48.00 a	29.33	28.82	4.47 a
	CV (%)	7.06	5.19	7.78	19.04	6.06
	P (0.05)	0.011	0.0001	0.0611	0.0529	0.0106
S-24	0.25	36.07 c	23.44 b	20.98 b	18.58	2.65
	0.5	43.13 b	27.20 ab	21.40 b	18.73	2.76
	0.75	47.60 ab	29.00 a	24.87 ab	21.4	3.27
	1	50.07 a	31.67 a	26.33 a	22.8	3.43
	CV (%)	10.94	11.78	12.75	14.21	17.84
	P (0.05)	0.0033	0.0127	0.0382	0.1044	0.1137
S-28	0.25	45.67 c	47.67	25.12	22.94	2.11
	0.5	52.60 b	51.17	26.47	24.2	2.33
	0.75	52.40 b	52.2	26.67	24.8	2.5
	1	57.67 a	52.8	26.93	25.2	2.52
	CV (%)	4.52	12.84	7.23	6.28	13.98
	P (0.05)	0	0.6178	0.469	0.1539	0.2251

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Peningkatan tinggi tanaman disebabkan kemampuan BO meningkatkan kandungan N di tanah dan hal tersebut telah dilaporkan (Ferrerias *et al.* 2006; Adeli *et al.* 2011). Panjang petiol, penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang sebaliknya dengan penelitian ini. Bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap panjang petiol *Rheum austral* L. (rhubarb) (Bano *et al.* 2017). Pemupukan dapat meningkatkan ukuran dan jumlah daun (Kropat *et al.* 2011). Dalam penelitian ini BO tidak berpengaruh terhadap jumlah dan ukuran daun tiga aksesi talas. Hal ini mungkin disebabkan oleh kecilnya pengaruh bahan organik yang diberikan. Hal yang sama telah dilaporkan (Amoah *et al.* 2012) bahwa pertumbuhan daun kacang tunggak tidak dipengaruhi oleh bahan organik secara nyata.

### 3.3 Karakter Umbi

Bahan organik (BO) mempengaruhi karakter umbi bibit tiga aksesi talas (Tabel 5). Dosis BO yang tinggi meningkatkan karakter umbi bibit tiga aksesi talas. BO berpengaruh nyata terhadap diameter dan bobot umbi aksesi NTT, bobot dan jumlah serta diameter umbi samping aksesi S-24, serta bobot dan panjang umbi aksesi S28.

Secara umum dosis 0.5 – 1 kg tanaman<sup>-1</sup> (10 - 20 ton ha<sup>-1</sup>) cenderung meningkatkan karakter umbi dan umbi samping seperti diameter umbi, bobot umbi samping, jumlah umbi samping, dan panjang umbi. Perbaikan sifat tekstur tanah diduga mendorong perkembangan karakter umbi. BO mampu meningkatkan tekstur tanah sehingga umbi dapat berkembang dengan baik dan kapasitas pegang air tanah yang akan meningkatkan proses pembesaran dan pemanjangan sel dalam perkembangan karakter umbi dan umbi samping (Panwar *et al.* 2019; Susan *et al.* 2020).

### 3.4. Potensi Produksi Umbi

Talas sering diperbanyak melalui umbi dan umbi samping. Bahan organik berpengaruh nyata terhadap produksi umbi bibit aksesi NTT dan S-24, dan berpengaruh tidak nyata terhadap aksesi

Tabel 5. Karakter Umbi Bibit Talas dengan Penambahan Dosis Bahan Organik

Aksesi	Dosis (kg tanaman <sup>-1</sup> )	Bobot umbi samping (g)	Jumlah umbi samping	Panjang umbi (cm)	Diameter umbi (cm)
NTT	0.25			6.76	4.80 b
	0.50			7.10	5.02 ab
	0.75			7.18	5.12 ab
	1			7.76	5.30 a
	CV (%)			11.01	4.85
	P (0.05)			0.2985	0.0459
S-24	0.25	115.28 b	5.96 b	4.96	2.40 b
	0.50	234.18 a	12.02 a	5.28	2.56 a
	0.75	249.72 a	12.60 a	5.38	2.60 a
	1	279.60 a	13.40 a	5.52	2.66 a
	CV (%)	15.93	21.50	13.57	4.40
	P (0.05)	0.0000	0.0012	0.6574	0.0192
S-28	0.25	111.34 b	10.84	3.90 b	2.46
	0.50	139.16 a	12.80	4.58 a	2.54
	0.75	152.40 a	12.98	4.66 a	2.60
	1	154.58 a	13.10	4.70 a	2.70
	CV (%)	13.34	21.86	7.07	7.76
	P (0.05)	0.0114	0.5319	0.0052	0.3251

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

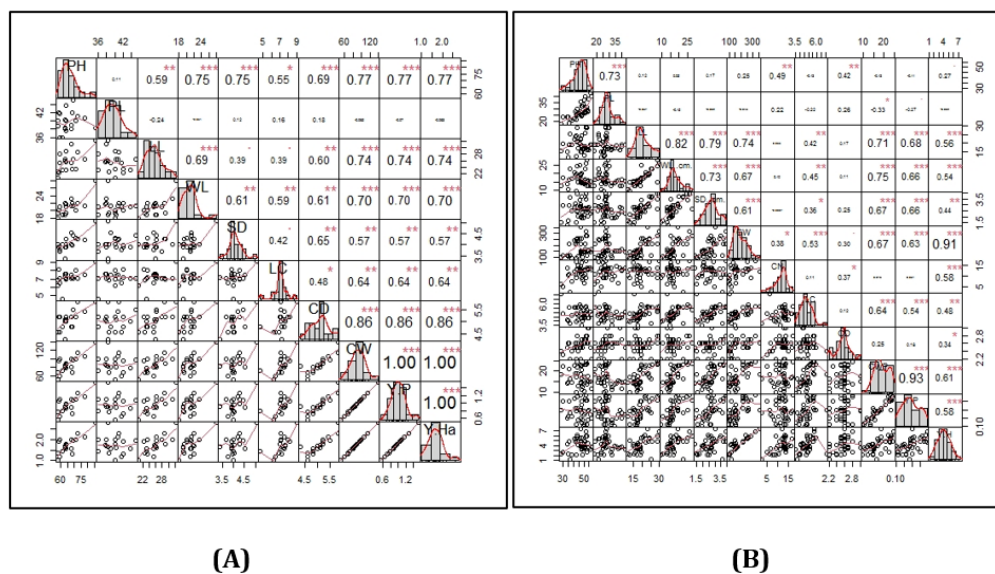
S-28 (Tabel 6). Dosis 0.75 dan 1 kg ha<sup>-1</sup> pada aksesori NTT menghasilkan bobot umbi tanaman-1, produksi petak-1, dan produksi tanaman-1 yang berbeda dengan pemupukan lebih rendah. Aksesori S-24 menunjukkan peningkatan signifikan produksi dengan dosis 0.5, 0.75, dan 1 kg ha<sup>-1</sup> berkisar 5.35 - 5.96 ton, dan berbeda nyata dengan dosis 0.25 kg ha<sup>-1</sup> (2.39 ton).

Bobot umbi dan produksi petak<sup>-1</sup> tidak dipengaruhi oleh bahan organik. Dosis bahan organik 0.5 – 1 kg tanaman<sup>-1</sup> (10 - 20 ton ha<sup>-1</sup>) menghasilkan umbi bibit lebih tinggi dibandingkan dosis lebih rendah. Produksi umbi dan umbi samping sangat berkaitan dengan kesuburan tanah seperti

Tabel 6. Potensi Produksi Umbi Bibit Tiga Aksesori Talas dengan Dosis Bahan Organik Berbeda

Aksesori	Dosis (kg tanaman <sup>-1</sup> )	Bobot umbi tanaman <sup>-1</sup> (g)	Produksi petak <sup>-1</sup> (kg)	Produksi ha <sup>-1</sup> (ton)
NTT	0.25	77.20 b	0.85 b	1.54 b
	0.50	81.74 b	0.90 b	1.63 b
	0.75	88.06 ab	0.97 ab	1.76 ab
	1	103.08 a	1.13 a	2.06 a
	CV (%)	14.05	13.99	14.14
	P (0.05)	0.0298	0.0296	0.0314
S-24	0.25	18.50	0.204	2.39 b
	0.50	20.60	0.244	5.35 a
	0.75	21.08	0.246	5.41 a
	1	23.48	0.252	5.96 a
	CV (%)	12.03	15.68	17.14
	P (0.05)	0.0577	0.2105	0.0001
S-28	0.25	12.08	0.1340	2.82
	0.50	14.30	0.1520	3.64
	0.75	14.56	0.1600	3.91
	1	15.00	0.1680	3.98
	CV (%)	15.79	23.38	20.86
	P (0.05)	0.2123	0.5065	0.1041

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata



Gambar 2. Hubungan Pertumbuhan Vegetatif, Karakter Umbi, dan Produksi Umbi Bibit

Keterangan: PH=tinggi tanaman, PL=panjang petiol, LL=panjang daun, WL=lebar daun, SD=diameter batang, CW=bobot umbi samping, CN=jumlah umbi samping, LC=panjang umbi, CD=diameter umbi, CWP=bobot umbi tanaman-1, YP=produksi petak-1, YH=produksi ha-1. A=NTT, B=S-24 dan S-28.

yang dilaporkan bahwa perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah akan mendorong produksi yang tinggi (Morales *et al.* 2016). Produksi merupakan karakter yang dihasilkan dari hubungan dan ekspresi berbagai komponen hasil (Usman *et al.* 2017).

### 3.5. Hubungan Pertumbuhan Vegetatif, Karakter Umbi, dan Produksi Umbi Talas

Beberapa penelitian melaporkan hubungan antar karakter tanaman dengan produksi (Cavagnaro *et al.* 2006; Handayani & Hidayat 2016; Effendy *et al.* 2018; Sari *et al.* 2021). Gambar 2 menunjukkan hubungan pertumbuhan vegetatif, karakter umbi bibit, dan produksi umbi bibit. Hampir semua karakter pertumbuhan vegetatif aksesori NTT berkorelasi positif dengan karakter umbi bibit (Gambar 2A). Korelasi pertumbuhan vegetatif, karakter umbu, dan produksi umbi bibit aksesori S-24 dan S-28 disajikan pada Gambar 2B.

Data korelasi menunjukkan hubungan erat antara pertumbuhan vegetatif, karakter umbi, dan produksi umbi bibit. Karakter tanaman seperti tinggi tanaman dan jumlah daun berkorelasi positif dengan produksi tanaman (Hidayat *et al.* 2018; Suwardi & Suwanti 2020). Karakter morfo-fisiologi dilaporkan sebagai karakter kompleks yang mengendalikan produksi (Crosbie & Mock 1981). Hal tersebut mengindikasikan bahwa karakter pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, panjang dan lebar daun, dan diameter batang sangat penting dalam menentukan perkembangan umbi, dan selanjutnya mempengaruhi tingkat produksi umbi bibit.

## 4. KESIMPULAN

Dosis bahan organik meningkatkan pertumbuhan vegetatif, karakter umbi dan produksi umbi bibit talas. Dosis bahan organik 0,5 kg tanaman<sup>-1</sup> diidentifikasi sebagai dosis tepat untuk karakter vegetatif, karakter umbi dan produksi umbi bibit.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini bagian dari hibah Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO)- The International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (ITPGRFA) through “The Benefit Sharing Fund Project - Fourth Cycle” yang berjudul The Conservation and Sustainable Utilization of The Underutilized Taro to Increased Food Security and Improve Livelihood of Marginalized Communities Faced with Climate Change tahun 2019-2023.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Adachi, O., R. A. Hours, Y. Akakabe, H. Arima, R. Taneba, J. Tanaka, N. Kataoka, K. Matsushita, & T. Yakushi. 2020. Taro koji of amorphophallus konjac enabling hydrolysis of konjac polysaccharides to various biotechnological interest. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 84 (10): 2160–2173.
- Adeli, A., H. Tewolde, D. E. Rowe, & K. Sistani. 2011. Continuous and residual effects of broiler litter application to cotton on soil properties. *Soil Science*. 176 (12): 668–675.
- Agbede, T. M., A. S. Odoja, L. N. Bayode, P. O. Omotehinse, & I. Adepehin. 2020. Effects of biochar and poultry manure on soil properties, growth, yield and quality of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* Schott) grown in sandy soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 51 (7): 1–16.



- Amalia, L., R. Budiasih, E. R. Ria, R. W. Widodo, & U. Kuswati. 2020. Fermented compost and N-fertilizer for enhancing the growth and productivity of purple eggplant on vertisols. *Open Agriculture*. 5 (1): 898–904.
- Amoah, A. A., S. Miyagawa, & N. Kawakubo. 2012. Effect of supplementing inorganic fertilizer with organic fertilizer on growth and yield of rice-cowpea mixed crop. *Plant Production Science*. 15 (2): 109–117.
- Aregheore, E. M. & D. Perera. 2003. Dry matter, nutrient composition and palatability/acridity of eight exotic cultivars of cocoyams-taro (*Colocassia esculenta*) in Samoa. *Plant Foods for Human Nutrition*. 58 (3): 1–8.
- Balemi, T. 2012. Effect of integrated use of cattle manure and inorganic fertilizers on tuber yield of potato in Ethiopia. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 12 (2): 253–261.
- Bano, H., M. Siddique, R. Gupta, M. Bhat, & S. Mir. 2017. Response of *Rheum australe* L. (rhubarb), (Polygonaceae) an endangered medicinal plant species of kashmir himalaya, to organic-inorganic fertilization and its impact on the active component rhein. *Journal of Medicinal Plants Research*. 11 (6): 118–128.
- Batts, G. R., J. K. L. Morison, R. H. Ellis, P. Hadley, & T. R. Wheeler. 1997. Effects of CO<sub>2</sub> and temperature on growth and yield of crops of winter wheat over four seasons. *European Journal of Agronomy*. 7(1):43–52.
- Bosha, A., A. L. Dalbato, T. Tana, W. Mohammed, B. Tesfaye, & L. M. Karlsson. 2019. Effect of manure amount and improved application technique at corm burial on the propagation of enset (*Ensete ventricosum*) Suckers. *Folia Horticulturae*. 31 (1): 171–180.
- Cardoso, M. O., A. P. Oliveira, W. E. de Pereira, & A. P. de Souza. 2009. Growth, nutrition and yield of eggplant as affected by doses of cattle manure and magnesium thermophosphate plus cow urine. *Horticultura Brasileira*. 27 (3):307–313.
- Cavagnaro, P. F., J. B. Cavagnaro, J. L. Lemes, R. W. Masuelli, & C. B. Passera. 2006. Genetic diversity among varieties of the native forage grass trichloris crinita based on aflp markers, morphological characters, and quantitative agronomic traits. *Genome*. 49 (8): 906–918.
- Chandrasekara, A. & T. J. Kumar. 2016. Roots and tuber crops as functional foods: a review on phytochemical constituents and their potential health benefits. *International Journal of Food Science*. 2016 (3631647): 1–15.
- Chen, Y., M. Camps-Arbestain, Q. Shen, B. Singh, & M. L. Cayuela. 2018. The long-term role of organic amendments in building soil nutrient fertility: a meta-analysis and review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 111 (2–3): 103–125.
- Crosbie, T. M. & J. J. Mock. 1981. Improvement in three maize breeding programs. *Crop Science*. 21: 255–259.
- Damodar Reddy, D., A. Subba Rao, K. Sammi Reddy, & P. N. Takkar. 1999. Yield sustainability and phosphorus utilization in soybean-wheat system on vertisols in response to integrated use of manure and fertilizer phosphorus. *Field Crops Research*. 62 (2–3): 181–190.
- Deenik, J. L., C. R. Penton, & G. Bruland. 2013. Nitrogen cycling in flooded taro agriculture. *Soil and Crop Management*. 31: 1–8.
- Ding, J., X. Jiang, D. Guan, B. Zhao, M. Ma, B. Zhou, F. Cao, X. Yang, L. Li, & J. Li. 2017. Influence of inorganic fertilizer and organic manure application on fungal communities in a long-term field experiment of chinese mollisols. *Applied Soil Ecology*. 111: 114–122.
- Effendy, E., R. Respatijarti, & B. Waluyo. 2018. Keragaman genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil dan hasil ciplukan (*Physalis* sp.). *Jurnal Agro*. 5 (1): 30–38.
- Eid, E. M., S. A. Alrumman, A. F. El-Bebany, A. E. L. Hesham, M. A. Taher, & K. F. Fawy. 2017. The effects of different sewage sludge amendment rates on the heavy metal bioaccumulation, growth and

- biomass of cucumbers (*Cucumis sativus* L.). *Environmental Science and Pollution Research*. 24 (19): 16371–16382.
- Fang, W. & P. Wu. 2004. Variations of konjac glucomannan (KGM) from amorphophallus konjac and its refined powder in China. *Food Hydrocolloids*. 18 (1): 167–170.
- Ferreras, L., E. Gomez, S. Toresani, I. Firpo, & R. Rotondo. 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. *Bioresource Technology*. 97 (4): 635–640.
- Franzluebbers, A. J. 2002. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil and Tillage Research*. 66 (2): 197–205.
- Ganança, J. F. T., J. G. F. Freitas, H. G. M. Nóbrega, V. Rodrigues, G. Antunes, M. Rodrigues, M. A. A. P. de Carvalho, & V. Lebot. 2015. Screening of elite and local taro (*Colocasia Esculenta*) cultivars for drought tolerance. *Procedia Environmental Sciences*. 29: 41–42.
- Ganança, J. F. T., J. G. R. Freitas, H. G. M. Nóbrega, V. Rodrigues, G. Antunes, C. S. S. Gouveia, M. Rodrigues, H. Chair, M. A. A. P. de Carvalho, & V. Lebot. 2018. Screening for drought tolerance in thirty-three taro cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 46 (1): 65–74.
- Garcia, S. N., B. I. Osburn, & M. T. Jay-Russell. 2020. one health for food safety, food security, and sustainable food production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 4(1): 1–9.
- Godfray, C., J. Beddington, R. Crute, L. Haddad, D. Lawrence, J. Muir, J. Pretty, S. Robinson, S. Thomas, & C. Toulmin. 2018. Food security: the challenge of the present. *Geoforum*. 91: 73–77.
- Gondim, A. R. O., M. Puiatti, F. L. Finger, & P. R. Cecon. 2018. Artificial shading promotes growth of taro plants. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*. 48 (2): 83–89.
- Gouveia, C. S. S., J. F. T. Ganança, H. G. M. de Nóbrega, J. G. R. de Freitas, V. Lebot, & M. A. A. Pinheiro de Carvalho. 2020. Phenotypic flexibility and drought avoidance in taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 32 (2): 150–159.
- Gouveia, C. S. S., V. Lebot, & M. P de Carvalho. 2020. Nirs estimation of drought stress on chemical quality constituents of taro (*Colocasia esculenta* L.) and sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) flours. *Applied Sciences*. 10 (23): 1–15.
- Gulzar, N., M. Y. Mir, & S. Hamid. 2019. Effect of nitrogen and phosphorus on the growth and redox homeostasis of salt-stressed mustard plants. *Asian Journal of Plant Sciences*. 18 (2): 52–59.
- Gweyi-Onyango, J. P., M. A. Sakha, & J. Jefwa. 2021. *Agricultural Interventions to Enhance Climate Change Adaptation of Underutilized Root and Tuber Crops*. In: African Handbook of Climate Change Adaptation. Editor: Oguge N., D. Ayal, L. Adeleke, I. da Silva. Springer. USA.
- Handayani, T. & I. M. Hidayat. 2016. Keragaman genetik dan heritabilitas beberapa karakter utama pada kedelai sayur dan implikasinya untuk seleksi perbaikan produksi. *Jurnal Hortikultura*. 22 (4): 327–333.
- Hegde, N. K., S. Patil, & V. S. Shashidhar. 2012. Effect of organic nutrition on the performance of betel vine (*Piper betle* L.) 'Ambadi'. *Acta Horticulturae*. 933: 273–278.
- Hidayat, A., J. L. Lumbanraja, S. D. Utomo, & H. Pujisiswanto. 2018. Respon tanaman jagung (*Zea mays* L.) terhadap sistem olah tanah pada musim tanam ketiga di tanah ultisol Gedung Meneng Bandar Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*. 6 (1): 1–7.
- Hidayatullah, C. S. R., E. Santosa, D. Sopandie, & A. Hartono. 2020. Phenotypic plasticity of eddoe and dasheen taro genotypes in response to saturated water and dryland cultivations. *Biodiversitas*. 21 (10): 4550–4557.
- Holst, R., X. Yu, & C. Grün. 2013. Climate change, risk and grain yields in China. *Journal of Integrative Agriculture*. 12 (7): 1279–1291.
- Huang, A. S., C. A. Titchenal, & B. A. Meilleur. 2000. Nutrient composition of taro corms and breadfruit. *Journal of Food Composition and Analysis*. 13 (5): 859–864.

- Ikezawa, K., S. Fukumoto, M. Onjo, R. Yoshida, & S. Iwai. 2014. Effects of flooding on growth and yield of taro (*Colocasia esculenta* Schott cv. 'Daikichi') in pot culture. *Horticultural Research*. 13 (1): 35–40.
- Jin, X., T. An, A. R. Gall, S. Li, T. Filley, & J. Wang. 2018. Enhanced conversion of newly-added maize straw to soil microbial biomass under plastic film mulching and organic manure management. *Geoderma*. 313: 154–162.
- Kahsay, W. S. 2019. Effects of nitrogen and phosphorus on potatoes production in Ethiopia: A review. *Cogent Food and Agriculture*. 5(1): 1–7.
- Khaitov, B., H. J. Yun, Y. Lee, F. Ruziev, T. H. Le, M. Umurzokov, A. B. Bo, K. M. Cho, & K. W. Park. 2019. Impact of organic manure on growth, nutrient content and yield of chilli pepper under various temperature environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 16 (17). 1–14.
- Kropat, J., A. Hong-Hermesdorf, D. Casero, P. Ent, M. Castruita, M. Pellegrini, S. S. Merchant, & D. Malasarn. 2011. A revised mineral nutrient supplement increases biomass and growth rate in *Chlamydomonas reinhardtii*. *Plant Journal*. 66 (5): 770–780.
- Li, H., Y. Hsiao, C. Chang, & Y. Chen. 2021. Agriculture adaptation options for flood impacts under climate change — a simulation analysis in the dajia river basin. *Sustainability*. 13 (13): 1–14.
- Lin, C., Y. Wang, M. Liu, Q. Li, W. Xiao, & X. Song. 2020. Effects of nitrogen deposition and phosphorus addition on arbuscular mycorrhizal fungi of chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*). *Scientific Reports*. 10 (1): 1–8.
- Lu, S., X. Bai, W. Li, & N. Wang. 2019. Impacts of climate change on water resources and grain production. *technological forecasting and social change*. 143: 76–84.
- Alcantara, R. M. 2013. The nutritional value and phytochemical components of taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] powder and its selected processed foods. *Journal of Nutrition & Food Sciences*. 03 (03): 207–214.
- Mabhaudhi, T. & A. T. Modi. 2015. Drought tolerance of selected South African taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) landraces. *Experimental Agriculture*. 51 (3): 451–466.
- Maretta, D., Sobir, I. Helianti, Purwono, & E. Santosa. 2020. Genetic diversity in eddoe taro (*Colocasia esculenta* var. *antiquorum*) from Indonesia based on morphological and nutritional characteristics. *Biodiversitas*. 21 (8): 3525–3533.
- Markewich, H. A., A. N. Pell, D. M. Mbugua, D. J. R. Cherney, H. M. van Es, J. Lehmann, & J. B. Robertson. 2010. Effects of storage methods on chemical composition of manure and manure decomposition in soil in small-scale kenyan systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 139: 131–141.
- Martens, D. A. & W. T. Frankenberger. 1992. Modification of infiltration rates in an organic-amended irrigated. *Agronomy Journal*. 84 (4): 707–717.
- Mi, W., Y. Sun, S. Xia, H. Zhao, W. Mi, P. C. Brookes, Y. Liu, & L. Wu. 2018. Effect of inorganic fertilizers with organic amendments on soil chemical properties and rice yield in a low-productivity paddy soil. *Geoderma*. 320: 23–29.
- Morales, E. B., M. Peñafiel, M. Barahona, G. J. Mohiddin, A. E. Cuaycal, & S. B. Aguas. 2016. Effect of silicon in taro crop (*Colocasia esculenta*) in combination with two levels of organic matter. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*. 18 (4): 809–816.
- Nelson, G. C., M. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, S. Msangi, C. Ringler, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, & D. Lee. 2009. *Climate Change: Impact on Agriculture and Costs of Adaptation*. International Food Policy Research Institute. Washington.

- Panwar, A., B. D. Bhuj, R. Srivastava, S. Chand, & D. Ahuja. 2019. To study the effects of organic and inorganic fertilizers on vegetative and floral parameters of *Gladiolus* var. *Nova Lux*. 7(5): 3118–3121.
- Pinkerton, T. C., A. T. Assi, V. A. Pappa, E. Kan, & R. H. Mohtar. 2021. Impact of dairy wastewater irrigation and manure application on soil structural and water-holding properties. *Transactions of the ASABE*. 64 (3): 857–868.
- Rayne, N. & L. Aula. 2020. Livestock manure and the impacts on soil health: a review. *Soil Systems*. 4(64):1–26.
- Razaq, M., P. Zhang, H. L. Shen, & Salahuddin. 2017. Influence of nitrogen and phosphorous on the growth and root morphology of acer mono. *PLoS ONE*. 12 (2): 1–13.
- Sari, D. N., A. Kinata, E. Susilo, E. R. Togatorop, & P. Parwito. 2021. Hubungan antar karakter pertumbuhan dan komponen hasil tanaman terung (*Solanum melongena* L.) di Lahan Gambut. *PENDIPA Journal of Science Education*. 5(3): 379–383.
- Schaffer, B. & S. K. O'Hair. 1987. Net CO<sub>2</sub> assimilation of taro and cocoyam as affected by shading and leaf age. *Photosynthesis Research*. 11 (3): 245–251.
- Shi, Y., Q. Zhang, X. Liu, X. Jing, C. Shi, & L. Zheng. 2021. Organic manure input and straw cover improved the community structure of nitrogen cycle function microorganism driven by water erosion. *International Soil and Water Conservation Research*. 10(1): 129–142.
- Siavoshi, M., A. Nasiri, & S. L. Laware. 2011. Effect of organic fertilizer on growth and yield components in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agricultural Science*. 3(3): 217–224.
- Singh, R. & G. S. Singh. 2017. Traditional agriculture: a climate-smart approach for sustainable food production. *Energy, Ecology and Environment*. 2: 296–316.
- Smith, P. & P. J. Gregory. 2013a. Climate change and sustainable food production. *Proceedings of the Nutrition Society*. 72 (1): 21–28.
- Strauss, M. S., G. C. Stephens, C. J. Gonzales, & J. Arditti. 1980. Genetic variability in taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott (Araceae). *Annals of Botany*. 45(4): 429–437.
- Sudhakar, P., V. Thenmozhi, S. Srivignesh, & M. Dhanalakshmi. 2020. *Colocasia esculenta* (L.) Schott: pharmacognostic and pharmacological review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 9(4): 1382–1386.
- Sugiyama, N. & E. Santosa. 2008. *Edible Amorphophallus in Indonesia-Potential Crops in Agroforestry*. 1st ed. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Susan, I., A. Damian, D. Olansukanmi, & E. Jephther. 2020. Effect of agricultural wastes on some soil physicochemical properties of ultisol, growth parameters and yield of cocoyam (*Xanthosoma mafafa*) at Umudike, Southeastern Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*. 16 (7): 952–962.
- Suwardi, S. & S. Suwarti. 2020. Pertumbuhan dan produksi sorgum manis Super-1 pada waktu aplikasi dan dosis pupuk ZA. *Jurnal Pertanian Terpadu*. 8(2): 175–188.
- Temesgen, M. 2017. Nutrient composition and digestibility of taro leaf in the diets of chicken and effects on the meat quality. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. 7(3): 286–294.
- Turhan, H., F. Kahriman, C. O. Egesel, & M. K. Gul. 2007. The effects of different growing media on flowering and corm formation of saffron (*Crocus sativus* L.). *African Journal of Biotechnology*. 6(20): 2326–2332.
- Usman, M. G., M. Y. Rafii, M. Y. Martini, Y. Oladosu, & P. Kashiani. 2017. Genotypic character relationship and phenotypic path coefficient analysis in chili pepper genotypes grown under tropical condition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97(4): 1164–1171.
- Wang, Z. & S. Li. 2004. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on plant growth and nitrate accumulation in vegetables. *Journal of Plant Nutrition*. 27(3): 539–556.

- Watts, D. B., H. A. Torbert, S. A. Prior, & G. Huluka. 2010. Long-term tillage and poultry litter impacts soil carbon and nitrogen mineralization and fertility. *Soil Science Society of America Journal*. 74(4): 1239–1247.
- Wills, R. B. H., J. S. K. Lim, H. Greenfield, & T. Bayliss-smitha. 1983. Cultivars from the Papua New Guinea Highlands. *Journal of Science Food and Agriculture*. 34: 1137–1142.
- Yan, Z., X. Hou, W. Han, S. Ma, H. Shen, Y. Guo, & J. Fang. 2019. Effects of nitrogen and phosphorus supply on stoichiometry of six elements in leaves of *Arabidopsis thaliana*. *Annals of Botany*. 123(3): 441–450.
- Yeshiwas, Y., B. B. Yikeber, A. Chekol, & A. Walle. 2018. Effect of nitrogen fertilizer and farmyard manure on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Agricultural Research*. 13(2): 74–79.
- Zhao, C., B. Liu, S. Piao, X. Wang, D. B. Lobell, Y. Huang, M. Huang, Y. Yao, S. Bassu, P. Ciais, J. L. Durand, J. Elliott, F. Ewert, I. A. Janssens, T. Li, E. Lin, Q. Liu, P. Martre, C. Müller, S. Peng, J. Peñuelas, A. C. Ruane, D. Wallach, T. Wang, D. Wu, Z. Liu, Y. Zhu, Z. Zhu, & S. Asseng. 2017. Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 114(35). 9326–9331.
- Zhu, F. 2016. Structure, properties, and applications of aroid starch. *Food Hydrocolloids*. 52: 378–392.