

Aplikasi Pupuk Inorganik Meningkatkan Produksi dan Kualitas Pucuk Kolesom pada Musim Hujan

Better Shoot Production and Quality of Waterleaf in Wet Season with Inorganic Fertilizer Application

Leo Mualim*, Sandra Arifin Aziz, Slamet Susanto, dan Maya Melati

Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 14 Maret 2012/Disetujui 5 Juli 2012

ABSTRACT

Waterleaf [Talinum triangulare (Jacq.) Willd.] is a functional vegetable and there have been limited studies on water leaf quality. This research was conducted at the IPB experimental station (Bogor, Indonesia), in March-May 2011 to study the effect of two types of fertilizer on waterleaf shoot production, primary metabolites, secondary metabolites, and antioxidant capacity during the wet season. Two sets of treatment (i.e., organic and inorganic fertilizer) were applied to different plots using complete randomized block design with three replications. The means from each plot were compared by using t-student's test. Application of inorganic fertilizer resulted in a higher shoot production (at 6 week after planting) and a better quality leaves compared to other treatment. This research revealed that high quality waterleaf can be indicated by some criterias, i.e., higher content of primary metabolites (sugar and protein), secondary metabolites (phenolic, flavonoid, and chlorophyll), and antioxidant capacity (low IC₅₀ value). Therefore, application of inorganic fertilizer in wet season is recommended to produce high yields and high quality water leaf.

Keywords: sugar, protein, phenolic, flavonoid, DPPH

ABSTRAK

Kolesom [Talinum triangulare (Jacq.) Willd.] merupakan sayur fungsional dan hingga saat ini belum banyak informasi mengenai kualitasnya. Penelitian ini dilakukan di kebun percobaan IPB (Bogor, Indonesia) pada bulan Maret-Mei 2011 untuk mempelajari pengaruh pemberian dua jenis pupuk terhadap produksi pucuk, metabolit primer, metabolit sekunder, dan kapasitas antioksidan kolesom di musim hujan. Dua set perlakuan (pupuk organik dan inorganik) diberikan pada plot yang berbeda dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Rata-rata dari setiap plot dibandingkan menggunakan uji t-student's. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pupuk inorganik pada kolesom menyebabkan produksi pucuk (umur 6 minggu setelah tanam) dan kualitas lebih baik dibandingkan dengan yang diberi pupuk organik. Kualitas kolesom yang baik dicerminkan dari metabolit primer (kandungan total gula dan kandungan protein), metabolit sekunder (kandungan total fenolik, kandungan total flavonoid dan kandungan total klorofil), dan kemampuan antioksidan yang tinggi (nilai IC₅₀ rendah). Pemberian pupuk inorganik diperlukan untuk menghasilkan produksi dan kualitas kolesom yang tinggi di musim hujan.

Kata kunci: gula, protein, fenolik, flavonoid, DPPH

PENDAHULUAN

Kolesom merupakan tanaman sayuran berkhasiat obat yang termasuk ke dalam familia Portulacaceae dan berkerabat dekat dengan som jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.) (Rifai, 1994). Sayuran yang dihasilkan dari penanaman secara organik dipercaya memiliki kualitas, seperti cita rasa, kandungan fitokimia, dan nutrisi yang lebih baik jika dibandingkan dengan hasil pertanian konvensional

yang menggunakan pupuk inorganik dalam jumlah banyak. Penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang (Ibeawuchi *et al.*, 2006; Susanti *et al.*, 2008) dan pupuk inorganik NPK (Mualim *et al.*, 2009; Mualim dan Aziz, 2011) pada kolesom hanya menjelaskan pengaruh pemupukan terhadap produksi kolesom. Penelitian mengenai pengaruh pemupukan terhadap kualitas kolesom terutama antioksidannya dan informasi tentang perbandingan kualitas kolesom antara yang diberi pupuk organik dengan inorganik belum dilakukan.

Musim diduga berpengaruh terhadap kualitas sayuran karena laporan pada beberapa komoditi, seperti tumbuhan pakan ternak (Abusuwar dan Ahmed, 2010), tomat, dan

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: dendrobium_anosmum@yahoo.com

bayam (Birnin-Yauri *et al.*, 2011) yang ditanam saat musim hujan memiliki kandungan protein yang tinggi. Penelitian pada jagung dengan kondisi air yang cukup (0 MPa) menunjukkan kandungan gula rendah dan karbohidrat tinggi (Mohammadkhani dan Heidari, 2008), sedangkan penelitian De-Lima *et al.* (2001) menunjukkan kandungan vitamin C belimbing rendah pada buah setengah matang saat musim hujan.

Senyawa metabolit sekunder yang bersifat antioksidan kebanyakan berasal dari kelompok besar senyawa fenolik (kelompok senyawa flavonoid dan non-flavonoid). Pembentukan senyawa metabolit sekunder dapat dipengaruhi pemupukan (Ahmed *et al.*, 2011; Mualim dan Aziz, 2011) dan perubahan lingkungan, misalnya perubahan temperatur siang dan malam, curah hujan, kekeringan, serta lama dan intensitas cahaya matahari (Siatka dan Kasparova, 2010; Marsic *et al.*, 2011). Produksi polifenol, alkaloid, dan total klorofil tertinggi pada *Datura metel* L. terjadi pada musim hujan (Kale, 2010). Lebih dari 50% aktivitas antioksidan dan kandungan total fenolik pada *Rubus* L. dipengaruhi oleh interaksi antara kultivar dan faktor lingkungan (Connor, 2005).

Informasi mengenai pengaruh musim hujan terhadap metabolit primer dan sekunder kolesom maupun efek antioksidan yang terkait didalamnya belum ditemukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari kaitan pupuk organik dan inorganik dengan produksi pucuk, metabolit primer dan sekunder, serta kapasitas antioksidan kolesom pada musim hujan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan IPB di Leuwikopo, Darmaga, Bogor pada bulan Maret-Mei 2011. Bahan yang digunakan untuk percobaan lapangan adalah setek kolesom, arang sekam, kapur pertanian (85% CaCO₃), pupuk kandang sapi, guano, abu sekam, urea, SP-36, KCl, bakterisida (streptomisin sulfat 20%), fungisida (mankozeb 80%), dan nematisida (karbofuran 3%). Peralatan yang digunakan untuk analisis kimia meliputi Shimadzu UV-1800 spectrophotometer (Japan) yang dihubungkan dengan UV probe 2.34 untuk analisis spektrofotometri, Eyela water bath SB-24 untuk inkubasi larutan campuran ekstrak, water purification system Eyela untuk mendapatkan air destilata, atomic absorption spectrometer (AAS), dan freeze dryer Flexy-Dry™ MP (USA).

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) satu faktor dengan tiga ulangan. Penelitian ini terdiri atas dua set perlakuan, yaitu set perlakuan pupuk organik (Tabel 1) dan set perlakuan pupuk inorganik (Tabel 2) dengan masing-masing lima taraf perlakuan.

Percobaan dilakukan menggunakan petakan dengan ukuran 4 m x 4 m dengan jarak tanam 100 cm x 50 cm mengacu pada Mualim *et al.* (2009). Perlakuan dasar berupa arang sekam dan kapur pertanian (kaptan) diberikan sebelum penanaman setek di lapangan. Arang sekam (2 ton ha⁻¹) diberikan dengan cara dilarik per baris tanam 2 minggu sebelum tanam (MSbT). Kaptan (2 ton ha⁻¹)

Tabel 1. Perlakuan pupuk organik

Perlakuan	Dosis		
	Pupuk kandang sapi ^{1*} (ton ha ⁻¹)	Guano ^{2*} (kg ha ⁻¹)	Abu sekam ³ (ton ha ⁻¹)
1	6.1	75.6	2.7
2	9.2	151.2	4.1
3	12.3	226.8	5.5
4	15.4	302.4	6.8
5	18.4	378.0	8.2

Keterangan: ¹Kandungan 1.29% N, kadar air 71%; ²Kandungan 10.43% P₂O₅, kadar air 8.69%; ³Kandungan 1.10% K₂O; * Dosis dalam basis basah dengan faktor konversi kadar air

Tabel 2. Perlakuan pupuk inorganik

Perlakuan	Dosis pupuk inorganik		
	Urea ¹ (kg ha ⁻¹)	SP-36 ² (kg ha ⁻¹)	KCl ³ (kg ha ⁻¹)
1	50	20	50
2	75	40	75
3	100	60	100
4	125	80	125
5	150	100	150

Keterangan: ¹Kandungan: 46% N; ²Kandungan: 36% P₂O₅; ³Kandungan: 60% K₂O

diberikan 3 MSbT dengan cara ditebar secara merata di lahan. Perlakuan pupuk inorganik diberikan per tanaman saat penanaman setek, sedangkan perlakuan pupuk organik diberikan 2 MSbT. Pupuk kandang dan abu sekam diberikan dengan cara dilarik per baris tanam, sedangkan guano diberikan per tanaman. Nematisida (40 kg ha⁻¹) diberikan pada saat tanam dengan cara ditebar merata dalam larikan tanam.

Percobaan ini menggunakan bahan tanam asal setek batang mengacu pada Susanti *et al.* (2008). Setek batang yang digunakan sebelumnya direndam dalam larutan campuran bakterisida (2 g L⁻¹, b/v) dan fungisida (3 g L⁻¹, b/v) selama 15 detik. Setek batang ditanam secara langsung di lapangan untuk menghindari putusnya akar tanaman akibat pindah tanam sehingga infeksi awal patogen penyakit dapat dikurangi (Susanti H 1 Februari 2011, komunikasi pribadi).

Pengamatan dilakukan terhadap (1) produksi pucuk dengan kriteria layak jual dengan panjang ± 15 cm; (2) komponen metabolit primer: kandungan total gula menurut metode Yemm dan Willis (1954), kandungan vitamin C menurut metode Kurniawati *et al.* (2010), dan kandungan protein menurut metode Waterborg dan Matthews (2002); (3) komponen metabolit sekunder: kandungan total fenolik menurut metode Waterhouse (2002) yang dihitung setara asam galat, kandungan total flavonoid menurut metode Chang *et al.* (2002) yang dihitung setara kuersetin, kandungan total antosianin dan kandungan total klorofil menurut metode Sims dan Gamon (2002); (4) enzim yang terkait dengan biosintesis senyawa fenolik: *phenylalanine ammonia lyase* (PAL) dan *cinnamyl alcohol dehydrogenase* (CAD) menurut metode Dangcham *et al.* (2008), serta peroksidase (POD) menurut Morita *et al.* (1988), (5) kapasitas antioksidan (nilai IC₅₀) menurut metode Brand-Williams *et al.* (1995) dan Payet *et al.* (2005), (6) kandungan hara jaringan tanaman: C-organik, nitrogen, fosfor, dan kalium menurut metode Balittanah (2009). Semua peubah diamati dan dianalisis pada umur 2, 4, 6 minggu setelah tanam (MST) menggunakan pucuk kolesom kering hasil *freeze drying* yang diekstrak menggunakan metanol panas; kecuali pada peubah kandungan total antosianin dan kandungan total klorofil menggunakan pucuk segar dan kandungan hara jaringan yang diamati pada umur 6 MST menggunakan tajuk yang dikeringkan dengan oven 105 °C.

Data dianalisis menggunakan statistika inferensia. *Post-hoc test* dilakukan menggunakan uji Ryan-Einot-Gabriel-Welsch (REGWQ) pada taraf nyata (α) 5%. untuk membedakan nilai tengah antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis menggunakan uji REGWQ pada sebagian besar data peubah pengamatan menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata (P > 0.05) antar dosis perlakuan. Dengan demikian, data dari kedua set perlakuan masing-masing dirata-ratakan untuk mendapatkan rata-rata kelompok organik dan inorganik. Perbandingan untuk masing-masing kelompok menggunakan uji t-student's pada taraf nyata (α) 5%. Garis di atas titik data pada grafik menggambarkan selang kepercayaan 95% (1.96 x galat baku), sehingga data pada grafik dinyatakan sebagai rata-rata kelompok pemupukan ± (1.96 x galat baku).

Peranan Pemupukan terhadap Produksi Pucuk Kolesom

Pemberian pupuk inorganik ternyata menghasilkan bobot basah pucuk yang tertinggi pada umur 6 MST (Gambar 1A). Hal ini disebabkan hara N melalui pemberian pupuk inorganik lebih banyak diserap oleh kolesom jika dibandingkan dengan yang diberi pupuk organik (Tabel 3), sehingga memacu pertumbuhan pucuk.

Kualitas Kolesom Terkait dengan Metabolit Primer dan Biosintesisnya

Pemberian pupuk inorganik memberikan kandungan total gula yang lebih tinggi dari yang diberi pupuk organik pada umur 2 dan 4 MST (Gambar 1B). Hal ini disebabkan kandungan C-organik (Tabel 3) sebagai kerangka penyusun gula pada kolesom dengan pupuk inorganik yang lebih tinggi. Dijelaskan oleh Brielmann *et al.* (2006) bahwa C merupakan kerangka yang digunakan untuk membentuk senyawa organik kelompok besar karbohidrat, misalnya glukosa.

Gula dalam bentuk glukosa pada tumbuhan merupakan prekursor pembentukan vitamin C (Valpuesta dan Bottela, 2004). Penelitian ini menunjukkan kandungan vitamin C tertinggi pada umur 6 MST dihasilkan dari kolesom dengan pemberian pupuk organik; namun tidak terdapat perbedaan pada kandungan total gula. Penyebabnya adalah analisis pada penelitian ini tidak dilakukan terhadap substrat utama (L-galaktono-1,4-lakton), namun hanya prekursor umum berupa glukosa sehingga tidak diketahui proporsi terbentuknya senyawa antara. Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa biosintesis vitamin C melalui tahapan konversi glukosa yang rumit dengan melibatkan berbagai

Tabel 3. Kandungan hara jaringan kolesom dengan kedua jenis pemupukan pada musim hujan

Hara jaringan	Pupuk organik	Pupuk inorganik	Perbandingan antara kedua jenis pemupukan
C-organik (%)	49.30	50.30	**
Nitrogen (%)	1.81	2.42	**
Fosfor (%)	0.27	0.21	*
Kalium (%)	5.56	4.92	*

Keterangan: ** = berbeda nyata (P < 0.01); * = berbeda nyata (P < 0.05) menurut uji t-student's

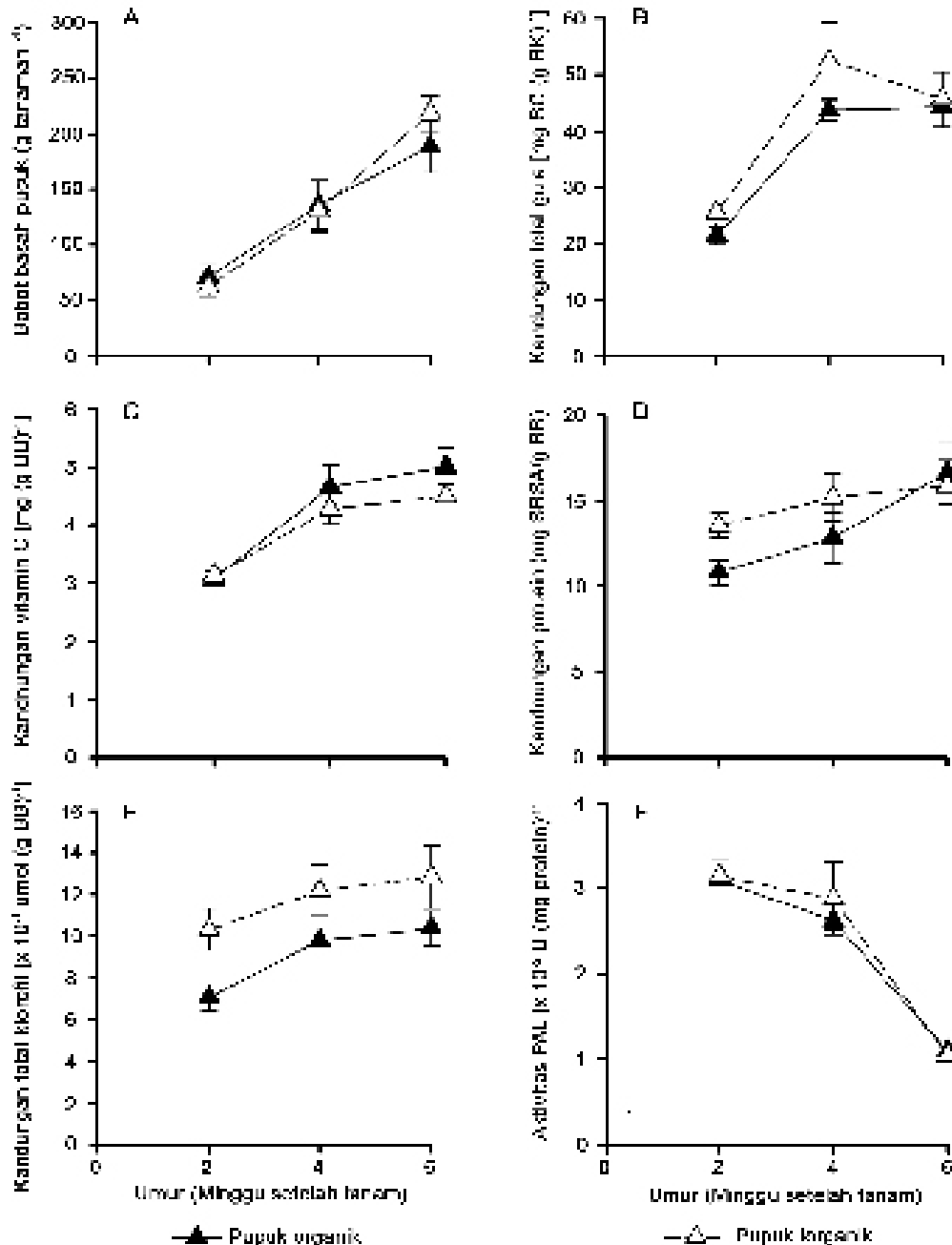
enzim untuk membentuk senyawa antara hingga akhirnya terbentuk L-asam askorbat (Valpuesta dan Bottela, 2004; Giovannoni, 2007).

Pemberian pupuk inorganik ternyata memberikan kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian pupuk organik pada umur 2 dan 4 MST (Gambar 1D). Kandungan protein yang tinggi pada kolesom yang diberi pupuk inorganik terkait dengan kandungan hara N jaringan yang tinggi. Marschner (1995) menjelaskan bahwa unsur N yang diberikan melalui akar akan dimetabolisme

untuk membentuk asam amino yang akan ditranslokasikan ke tajuk dan selanjutnya membentuk ikatan peptida untuk menghasilkan protein.

Kualitas Kolesom Terkait dengan Metabolit Sekunder dan Biosintesisnya

Kandungan total klorofil kolesom pada pemupukan inorganik selalu lebih tinggi dibandingkan dengan pemupukan organik (Gambar 1E). Hal ini disebabkan N



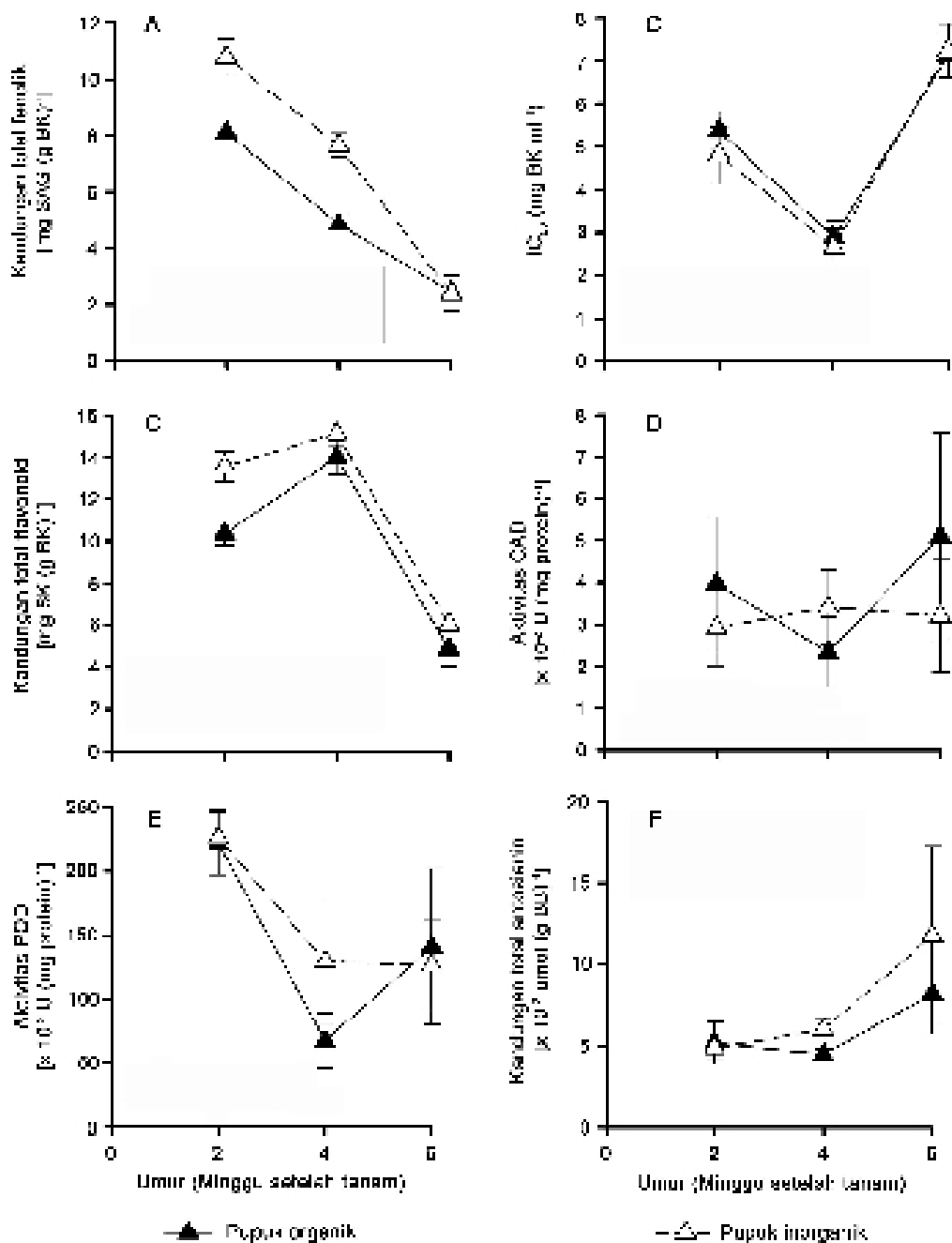
Gambar 1. (A) Bobot basah pucuk, (B) kandungan total gula, (C) kandungan vitamin C, (D) kandungan protein, (E) kandungan total klorofil, dan (F) aktivitas PAL kolesom dengan kedua jenis pemupukan pada musim hujan. Garis vertikal di atas setiap titik data menunjukkan selang kepercayaan 95%; SG = setara glukosa; SBSA = setara *bouvine serum albumine*; BK = bobot kering; BB = bobot basah

lebih banyak diserap pada koleosom dengan pemberian pupuk inorganik sehingga pembentukan klorofil terpacu.

Phenylalanine ammonia-lyase (PAL, EC 4.3.1.24) merupakan enzim yang terkait langsung dengan fenilalanin sebagai prekursor terbentuknya senyawa fenolik (Rivero, 2001). Aktivitas PAL (Gambar 1F) yang menurun seiring dengan bertambahnya umur menunjukkan senyawa fenolik (Gambar 2A) yang terbentuk juga menurun. Aktivitas PAL yang tertinggi terdapat pada awal pertumbuhan tanaman dan sejalan dengan kandungan total fenolik. Kaitan antara peningkatan aktivitas PAL dengan senyawa fenolik yang

terbentuk telah banyak dilaporkan, seperti pada tomat (Rivero *et al.*, 2001) dan jagung (Gholizadeh, 2011).

Kandungan total fenolik dan kandungan total flavonoid memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kapasitas antioksidan pada setiap umur pengamatan koleosom. Kapasitas antioksidan dari koleosom yang diekstrak dengan metanol dan diuji menggunakan radikal bebas DPPH menunjukkan pada umur 4 MST, IC_{50} memiliki nilai terendah pada kedua jenis pemupukan (Gambar 2B). Hal ini menunjukkan pada umur tersebut terjadi efek antioksidan terkuat dari senyawa fenolik koleosom, terutama sumbangan



Gambar 2. (A) Kandungan total fenolik, (B) nilai IC_{50} , (C) kandungan total flavonoid, (D) aktivitas CAD, (E) aktivitas POD, dan (F) kandungan total koleosom antosianin dengan kedua jenis pemupukan pada musim hujan. Garis vertikal di atas tiap titik data menunjukkan selang kepercayaan 95%; SAG = setara asam galat; SK = setara kuersetin; BK = bobot kering; BB = bobot basah

dari total flavonoid (Gambar 2C); sedangkan kandungan total fenolik hanya 4.84 dan 7.64 mg SAG (g BK)⁻¹ untuk kolesom dengan pemberian pupuk organik dan inorganik.

Nilai IC₅₀ yang tertinggi terjadi pada umur 6 MST disebabkan oleh kandungan total fenolik dan flavonoid yang rendah sehingga dibutuhkan jumlah yang banyak untuk menangkap radikal bebas 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Dengan demikian, pada umur 6 MST kolesom memperlihatkan kemampuan sebagai antioksidan yang rendah. Terbentuknya flavonoid yang lebih banyak pada 4 MST disebabkan curah hujan yang rendah (6.54 mm minggu⁻¹) sehingga kolesom mengalami cekaman dan terpacu untuk menghasilkan metabolit sekunder. Peningkatan curah hujan pada minggu setelahnya menyebabkan produksi flavonoid menurun. Akan tetapi, biosintesis senyawa fenolik non-flavonoid nampaknya tidak dipengaruhi oleh variasi curah hujan. Penelitian Gholizadeh (2011) menunjukkan kapasitas antioksidan pada daun jagung meningkat 1.8 kali ketika terjadi kekeringan, namun kembali ke nilai awal selama masa *recovery* [$\sim 0.6 \mu\text{mol Fe}^{2+}$ (100 mg)⁻¹].

Aktivitas *cinnamyl-alcohol dehydrogenase* (CAD, EC 1.1.1.195) dan peroksidase (POD, EC 1.11.1.14) berkaitan erat dengan biosintesis lignin pada sebagian besar jaringan tanaman (Anterola dan Lewis, 2002). Aktivitas CAD yang tidak berbeda sepanjang umur pengamatan menunjukkan tidak ada perubahan kandungan serat yang berpengaruh terhadap cita rasa kolesom (Gambar 2D). Hal yang sama seperti pada aktivitas CAD juga ditemukan pada aktivitas POD (Gambar 2E), namun aktivitas POD pada umur 2 MST didapatkan ± 1.7 kali lebih tinggi dibandingkan umur 6 MST. Hal ini menyebabkan kandungan total flavonoid rendah pada umur 2 MST yang terjadi karena adanya persaingan prekursor dalam pembentukan lignin dan flavonoid. Prekursor yang digunakan dalam pembentukan kedua senyawa tersebut adalah p-koumaril koenzim A, yang dihasilkan dari fenilalanin (Vogt, 2010). Rendahnya pembentukan flavonoid akan sejalan dengan kandungan total antosianin (Gambar 2F) karena pigmen antosianin merupakan bagian dari senyawa flavonoid.

KESIMPULAN

Pemberian pupuk inorganik pada kolesom yang ditanam saat musim hujan mampu memberikan produksi pucuk dan kualitas yang lebih baik daripada pemberian pupuk organik. Produksi pucuk tertinggi pada umur 6 MST dihasilkan dari kolesom yang diberi pupuk inorganik. Kualitas kolesom yang baik dicerminkan dari metabolit primer (kandungan total gula dan kandungan protein), metabolit sekunder (kandungan total fenolik, kandungan total flavonoid dan kandungan total klorofil), dan kemampuan antioksidan yang tinggi (nilai IC₅₀ yang rendah).

DAFTAR PUSTAKA

Abusuwar, A.O., E.O. Ahmed. 2010. Seasonal variability in nutritive value of ruminant diets under open grazing system in the semi-arid rangeland of Sudan (South Darfur State). *Agric. Biol. J. N. Am.* 1:243-249.

Ahmed, Y.M., E.A. Shalaby, N.T. Shanan. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Afr. J. Biotechnol.* 10:1988-1996.

Anterola, A.M., N.G. Lewis. 2002. Trends in lignin modification: A comprehensive analysis of the effects of genetic manipulations/mutations on lignification and vascular integrity. *Phytochemistry* 61:221-294.

[Balittanah] Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Edisi ke-2. Balittanah, Departemen Pertanian, Bogor.

Birnin-Yauri U.A., Y. Yahaya, B.U. Bagudo, S.S. Noma. 2011. Seasonal variation in nutrient content of some selected vegetables from Wamakko, Sokoto State, Nigeria. *J. Soil Sci. Environ. Manage.* 2:110-116.

Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier, C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss u-Technol.* 28:25-30.

Briellmann, H.L., W.N. Setzer, P.B. Kaufman, A. Kirakosyan, L.J. Cseke. 2006. *Phytochemical: The chemical components of plants.* hal. 1-49. Dalam Cseke L.J., A. Kirakosyan, P.B. Kaufman, S. Warber, J.A. Duke, H.L. Briellmann (Eds.). *Natural Products from Plants.* Ed ke-2. CRC Press, USA.

Chang, C.C., M.H. Yang, H.M. Wen, J.C. Chern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J. Food Drug Anal.* 10:178-182.

Connor, A.M. 2005. Genotypic and environmental variation in antioxidant activity and total phenolic content among blackberry and hybridberry cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 130:527-533.

Dangcham, S., J. Bowen, B.I. Ferguson, S. Ketsa . 2008. Effect of temperature and low oxygen on pericarp hardening of mangosteen fruit stored at low temperature. *Postharvest Biol. Technol.* 50:37-44.

De Lima, V.L.A.G., E.D.A. Melo, L.D.S Lima. 2001. Physicochemical characteristics of bilimbi (*Averrhoa bilimbi* L.). *Rev. Bras. Frutic.* 23:421-423.

Gholizadeh, A. 2011. Effect of drought on the activity of phenylalanine ammonia lyase in the leaves and roots of maize inbreds. *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 5:952-956.

Giovannoni, J.J. 2007. Completing a pathway to plant vitamin C synthesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104:9109-9110.

- Ibeawuchi, I.I., E.U. Onweremadu, N.N. Oti. 2006. Effect of poultry manure on green (*Amarranthus cruentus*) and waterleaf (*Talinum triangulare*) on degraded ultisols of Owerri southeastern Nigeria. J. Anim. Vet. Adv. JAVA 5:53-56.
- Kale, V.S. 2010. Variable rates of primary and secondary metabolite during different seasons and physiological stages in *Convolvulus*, *Datura*, and *Withania*. Asian J. Exp. Biol. Sci. Spl. 50-53.
- Kurniawati, A., R Poerwanto, Sobir, D. Effendi, H. Cahyana. 2010. Evaluation of fruit character, xanthones content, and antioxidant properties of various qualities of mangosteens. J. Agron. Indonesia 38:232-237.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Limited, London.
- Marsic, N.K., L. Gasperlin, V. Abram, M. Budic, R. Vidrih. 2011. Quality parameters and total phenolic content in tomato fruits regarding cultivar and microclimatic conditions. Turk. J. Agric. For. 35:185-194.
- Mohammadkhani, N., R. Heidari. 2008. Drought-induced accumulation of soluble sugars and proline in two maize varieties. World Appl. Sci. J. 3:448-453.
- Morita, Y., H. Yamashita, B. Mikami, H. Iwamoto, S. Aibara, M. Terada, J. Minami. 1988. Purification, crystallization, and characterization of peroxidase from *Coprinus cinereus*. J. Biochem. 103:693-699.
- Mualim, L., S.A. Aziz. 2011. Leaf, anthocyanin, and protein production of *Talinum triangulare* Jacq. Willd with various rates of P fertilizer. J. Agron. Indonesia 39: 200-204.
- Mualim, L., S.A. Aziz, M. Melati. 2009. Kajian pemupukan NPK dan jarak tanam pada produksi antosianin daun kolesom. J. Agron. Indonesia 37:55-61.
- Payet, B., A.S.C. Sing, J. Smadja. 2005. Assessment of antioxidant activity of cane brown sugars by ABTS and DPPH radical scavenging assays: Determination of their polyphenolic and volatile constituents. J. Agric. Food Chem. 53:10074-10079.
- Rifai, M.A.. 1994. Bibliography 8: *Vegetables*, Bagian ke-1 & 2. Prosea Foundation, Bogor.
- Rivero, R.M., J.M. Ruiz, P.C. Garcia, L.R. Lopez-Lefebre, E. Sanchez, L. Romero. 2001. Resistance to cold and heat stress: accumulation of phenolic compounds in tomato and watermelon plants. Plant Sci. 160:315-321.
- Siatka, T., M. Kasparova. 2010. Seasonal variation in total phenolic and flavonoid contents and DPPH scavenging activity of *Bellis perennis* L. flowers. Molecules 15:9450-9461.
- Sims, D.A., J.A. Gamon. 2002. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures, and development stages. Remote Sens. Environ. 81:337-354.
- Susanti, H., S.A. Aziz, M. Melati. 2008. Produksi biomassa dan bahan bioaktif kolesom (*Talinum triangulare* (Jacq.) Willd.) dari berbagai asal bibit dan dosis pupuk kandang ayam. Bul. Agron. 36:48-55.
- Valpuesta, V., M.A. Botella. 2004. Biosynthesis of L-ascorbic acid in plants: new pathways for an old antioxidant. Trends Plant. Sci. 9:12.
- Vogt, T. 2010. Phenylpropanoid biosynthesis. Mol. Plant 3:2-20.
- Waterborg, J.H., H.R. Matthews 2002. The Lowry method for protein quantitation. p. 7-9. In J.M. Walker (Ed.). The Protein Protocols Handbook 2nd Ed. Humana Press Inc, New Jersey.
- Waterhouse, L.A. 2002. Determination of Total Phenolics: Current Protocols in Food Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Yemm, E.W, A.J. Willis. 1954. The estimation of carbohydrates in plant extracts by antrone. Biochem. J. 57:508-514.