

**Kajian Pemupukan NPK dan Jarak Tanam pada
Produksi Antosianin Daun Kolesom¹**

***NPK Fertilization and Plant Spacing Studies on Leaf Anthocyanin Production
of Talinum triangulare (Jacq.) Willd.***

Leo Mualim^{2*}, Sandra Arifin Aziz³ dan Maya Melati³

Diterima 16 Desember 2008 /Disetujui 6 Maret 2009

ABSTRACT

The effects of NPK fertilization and plant spacing on leaf anthocyanin production of Talinum triangulare (Jacq.) Willd. were studied. A factorial experiment was used to study the combination of two factors i.e. NPK fertilization (no fertilization, NPK, NP, NK, and PK) and plant spacing (100 cm x 45 cm, 100 cm x 60 cm, 100 cm x 75 cm). These combinations were arranged in randomized block design, with three replications. The result showed that there was no effect of plant spacing and interaction between two factors. Application of NP (minus K) fertilizer gave the lowest value for almost all parameter except shoot/root ratio. This result suggested that fertilization played significant role in increasing anthocyanin production and the limiting factor was potassium.

Key words: Talinum triangulare, NPK fertilization, anthocyanin production

PENDAHULUAN

Kolesom (*Talinum triangulare* (Jacq.) Willd.) merupakan salah satu tumbuhan liar yang berkhasiat obat. Kolesom banyak ditemukan sebagai gulma di daerah tropika atau dibudidayakan sebagai tanaman sayur dan obat. Bagian tanaman kolesom yang berkhasiat obat adalah daun, batang, akar, dan umbi (seluruh bagian tumbuhan). Secara tradisional, penduduk Kalimantan Selatan menggunakan daun kolesom sebagai campuran bedak dingin (Susanti *et al.*, 2008). Di Jawa Barat daun kolesom dimanfaatkan untuk lalap sebagai pengganti krokot (*Portulaca oleracea* L.) pada masakan etnis Sunda (Rifai, 1994; Syukur dan Hernani, 2002). Selain itu juga menurut Aiyeloja dan Bello (2006) masyarakat di Nigeria menggunakan air perasan dari daun kolesom sebagai obat hipertensi yang diminum langsung. Menurut Hargono (2005) umbi kolesom dapat digunakan sebagai obat untuk mengatasi kelemahan tubuh atau obat kuat (tonikum) pengganti ginseng (*Panax ginseng*).

Menurut Ververidis *et al.* (2007) antosianin sebagai bagian dari golongan senyawa flavonoid memiliki efek antioksidan yang berfungsi melindungi jantung (*cardioprotective*). Penelitian Susanti *et al.* (2008) menunjukkan bahwa daun kolesom mengandung flavonoid namun penelitian ini belum mempelajari kandungan antosianin yang merupakan salah satu anggota kelompok flavonoid.

Penelitian sebelumnya mengenai kolesom yang dilakukan oleh Susanti *et al.* (2008) menunjukkan bahwa setek merupakan asal bibit yang menghasilkan produksi biomassa tertinggi, dengan media tanah : arang sekam (3:1:v:v) dan pupuk dasar 5 ton/ha pupuk kandang ayam petelur. Penelitian ini menggunakan kantong plastik (*polybag*) sebagai wadah tempat tanam, sehingga untuk penerapan di lapang perlu studi lanjut mengenai jarak tanam. Peningkatan produksi juga dapat dilakukan melalui pemupukan. Namun, informasi mengenai jarak tanam dan pemupukan guna mendapatkan suatu paket budidaya di lapang belum dilaporkan. Diharapkan dengan mengatur jarak tanam dan pemberian pupuk dapat meningkatkan produksi per luasan area. Secara umum produksi bahan bioaktif merupakan perkalian antara bobot bagian tanaman yang dipanen dengan kandungan bahan bioaktifnya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari respon produksi antosianin daun kolesom terhadap pemupukan NPK dan jarak tanam.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai bulan Mei 2008 di Kebun Percobaan Ilmu dan Teknologi Benih IPB di Leuwikopo, Darmaga, Bogor. Analisis tanah dilakukan di Balittanah Bogor. Analisis bahan bioaktif kualitatif dilakukan di Balitro Bogor.

¹ Artikel ini merupakan bagian dari tesis penulis pertama

² Mayor Agronomi dan Hortikultura, Sekolah Pascasarjana IPB.

E-mail: leo_mualim@yahoo.com (* penulis untuk korespondensi)

³ Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB. Jl. Meranti, Darmaga, Bogor 16680

Analisis kandungan antosianin dilakukan di Laboratorium *Research Group of Crop Improvement* (RGCI), Fakultas Pertanian, IPB. Identifikasi patogen penyakit layu bakteri dilakukan di Laboratorium Bakteriologi, Fakultas Kedokteran Hewan, IPB.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah setek kolesom, urea, SP-36, KCl, pupuk kandang sapi, arang sekam, dan bahan-bahan untuk analisis kimia. Luas daun dihitung menggunakan *automatic leaf area meter*.

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial, yang terdiri atas 2

faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah pemupukan (P) dengan 5 taraf (tanpa pemupukan, pemupukan NPK, NP, NK, dan PK). Faktor kedua adalah jarak tanam (J) dengan 3 taraf (100 cm x 45 cm, 100 cm x 60 cm, dan 100 cm x 75 cm). Penelitian ini terdiri atas 15 kombinasi perlakuan yang disajikan pada Tabel 1. Kombinasi perlakuan diulang 3 kali sehingga terdapat 45 satuan percobaan. Data pengamatan diuji dengan uji F pada taraf nyata () 5%, jika berbeda nyata dilanjutkan dengan DMRT.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan pemupukan dan jarak tanam

Perlakuan	Keterangan (pemupukan, jarak tanam)	Kode perlakuan
1	Tanpa pemupukan, 100 cm x 45 cm	P1J1
2	Tanpa pemupukan, 100 cm x 60 cm	P1J2
3	Tanpa pemupukan, 100 cm x 75 cm	P1J3
4	NPK, 100 cm x 45 cm	P2J1
5	NPK, 100 cm x 60 cm	P2J2
6	NPK, 100 cm x 75 cm	P2J3
7	NP, 100 cm x 45 cm	P3J1
8	NP, 100 cm x 60 cm	P3J2
9	NP, 100 cm x 75 cm	P3J3
10	NK, 100 cm x 45 cm	P4J1
11	NK, 100 cm x 60 cm	P4J2
12	NK, 100 cm x 75 cm	P4J3
13	PK, 100 cm x 45 cm	P5J1
14	PK, 100 cm x 60 cm	P5J2
15	PK, 100 cm x 75 cm	P5J3

Perlakuan pemupukan yang diberikan disusun menggunakan *minus one test*. Tujuan dari pengaplikasian *minus one test* pada perlakuan pemupukan adalah untuk mengetahui unsur yang menjadi faktor pembatas pertumbuhan dan produksi antosianin daun kolesom. Cara yang dilakukan adalah dengan membuat kombinasi antara pemupukan N, P, dan K dengan menghilangkan salah satu unsur dari ketiga unsur tersebut sehingga didapatkan perlakuan yang memberikan hasil terendah. Perlakuan yang terdiri atas dua unsur yang memberikan hasil terendah memberikan indikasi bahwa unsur yang hilang merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan produksi.

Penelitian ini menggunakan setek batang seperti yang telah digunakan Susanti *et al.* (2008). Penyemaian setek batang dilakukan dalam kantong plastik (*polybag*) yang telah dilubangi dengan media semai campuran tanah dan arang sekam (1:4/v:v). Bahan setek diambil dari pohon induk kolesom yang telah berbunga. Setek batang sepanjang ± 6-7 cm diambil dari bagian tengah batang tua yang telah dibuang daun-daunnya.

Lahan yang akan ditanami disiangi dari gulma-gulma yang tumbuh, kemudian digemburkan dan dibuat petakan dengan ukuran 5 m x 5 m. Pupuk kandang sapi

sebagai pupuk dasar diberikan sebanyak 5 ton/ha dan arang sekam sebanyak 2 ton/ha diberikan dengan cara dilarik per baris tanam 2 minggu sebelum tanaman dipindah ke lapang.

Bibit yang berasal dari setek batang ditanam di lahan dengan jarak (100 cm x 45 cm, 100 cm x 60 cm, dan 100 cm x 75 cm) sesuai perlakuan. Penanaman dilakukan apabila bibit yang berasal dari setek batang telah berdaun 2 helai dan membuka sempurna (± 5-7 hari setelah semai). Pupuk diberikan dengan cara ditugal sesuai perlakuan (tanpa pupuk, NPK, NP, NK, dan PK) dengan dosis 100 kg urea/ha, 100 kg SP-36/ha, dan 100 kg KCl/ha.

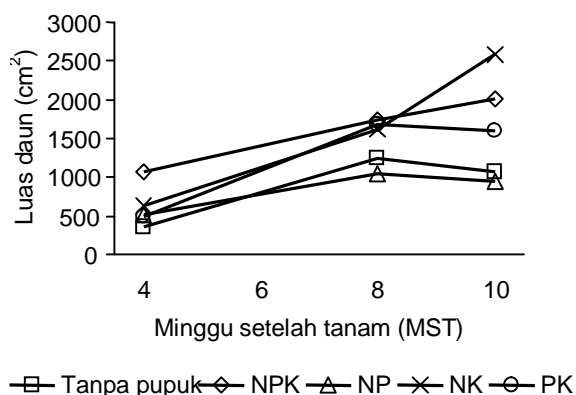
Pemeliharaan tanaman berupa penyiraman tidak dilakukan selama masa penelitian, karena curah hujan cukup tinggi (15.06 mm/hari). Fungisida berbahan aktif difenokonazol 250 g/l diberikan setiap empat minggu sekali dengan konsentrasi 0.33 ml/l air. Bakterisida berbahan aktif streptomisin sulfat 20% diberikan setiap satu minggu sekali dengan konsentrasi 1.67 g/l air. Penyemprotan tanaman dengan bakterisida belum dapat secara efektif menanggulangi serangan bakteri *Pseudomonas* sp. (penyakit layu bakteri).

Peubah komponen pertumbuhan dan produksi yang diamati terdiri atas: luas daun, indeks luas daun (ILD), rasio bobot kering tajuk/akar, bobot basah daun, bobot kering daun, dan bobot daun layak jual sebagai sayuran. Pucuk daun yang dipanen sebagai sayuran berukuran ± 15 cm dari ujung daun yang ditegakkan. Uji fitokimia daun dilakukan secara kualitatif (Harborne, 2006). Uji kandungan antosianin daun secara kuantitatif dilakukan dengan menggunakan metode Sims dan Gamon (2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Daun dan Indeks Luas Daun (ILD)

Respon pertumbuhan luas daun nyata dipengaruhi pemupukan pada umur 4 dan 10 minggu setelah tanam (MST) dan tidak dipengaruhi oleh jarak tanam atau interaksi kedua faktor. Pada umur 10 MST, pemupukan NP (tanpa K) memberikan rata-rata luas daun terendah (947.80 cm^2) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Gambar 1). Hal ini menunjukkan K berperan dalam menghasilkan luas daun yang lebih besar. Sebaliknya, penelitian Ukpong dan Moses (2001) di Nigeria menunjukkan bahwa luas daun kolesom dipengaruhi ketersediaan P. Hasil analisis tanah sebelum dan sesudah penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata kandungan P dan K yang tersedia dalam tanah.



Gambar 1. Respon pertumbuhan luas daun kolesom terhadap pemupukan.

Pertumbuhan vegetatif kolesom, khususnya pertumbuhan luas daun mencapai puncaknya pada umur 8 MST (56 hari setelah tanam) kemudian menurun. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Udoh dan Akpan (2007) yang menyatakan kolesom mencapai

masa dewasa atau puncak pertumbuhan vegetatif sekitar 35 – 45 hari setelah tanam.

Perlakuan pemupukan atau jarak tanam berpengaruh nyata terhadap ILD (umur 4 dan 10 MST) tetapi interaksi keduanya tidak nyata (Tabel 2). Menurut Yin *et al.* (2003) ILD merupakan salah satu peubah yang penting untuk memprediksi hasil dan pertumbuhan tanaman. Rata-rata indeks luas daun terendah (0.18) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya pada umur 10 MST didapatkan dari perlakuan NP (tanpa K). Hal ini sejalan dengan unsur K yang merupakan faktor pembatas dalam menghasilkan luas daun yang lebih besar, dimana luas daun sangat menentukan ILD yang dihasilkan. Sebaliknya, penelitian Booij *et al.* (1996) menunjukkan bahwa nitrogen merupakan faktor penting yang mempengaruhi ILD tanaman baik itu pada fase awal pertumbuhan atau pada seluruh fase pertumbuhan tanaman.

Perlakuan jarak tanam yang semakin lebar menyebabkan nilai ILD semakin kecil (ILD pada $100 \text{ cm} \times 45 \text{ cm} > 100 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} > 100 \text{ cm} \times 75 \text{ cm}$). Jarak tanam $100 \text{ cm} \times 45 \text{ cm}$ merupakan jarak tanam terpadat yang memungkinkan efisiensi pemanfaatan lahan dalam produksi daun kolesom.

Indeks luas daun juga menunjukkan banyaknya bagian yang dapat dipanen segar. Pemanenan kolesom dengan tujuan untuk memperoleh daun segar dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pangkas pucuk dan cabutan. Dari hasil penelitian Sugiarto (2006) diketahui bahwa panen kolesom dengan pangkas pucuk dapat dilakukan mulai umur 8 MST dengan frekuensi panen 3 minggu sekali. Sebaliknya, panen cabutan merupakan cara panen kolesom dengan cara dicabut beserta akarnya. Panen cabutan seperti ini banyak diterapkan pada produk hortikultura sayuran daun seperti kangkung, bayam, dan selada.

Penelitian ini memberikan gambaran kultur teknis agronomi yang harus dilakukan untuk produksi kolesom cabutan. Kondisi iklim dengan rata-rata curah hujan 15.06 mm/hari dan lama penyinaran 5.82 jam/hari menyebabkan kolesom sudah mencapai puncak fase vegetatifnya pada umur 8 MST. Pada umur inilah merupakan saat yang tepat untuk panen kolesom dengan cara dicabut karena luas daun dalam keadaan maksimal. Pada umur 8 MST, perlakuan pemupukan NPK atau jarak tanam $100 \text{ cm} \times 45 \text{ cm}$ memberikan rata-rata nilai ILD tertinggi (Tabel 2). Kombinasi antara pemupukan dan jarak tanam, serta waktu panen yang tepat memberikan kondisi ideal dari segi agronomi untuk budidaya kolesom cabutan.

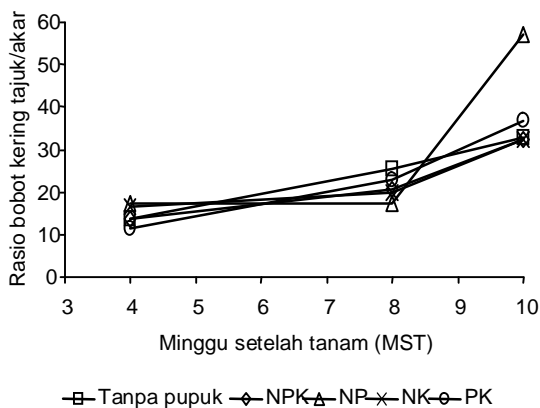
Tabel 2. Pengaruh pemupukan dan jarak tanam terhadap indeks luas daun kolesom

Perlakuan	Indeks luas daun		
	4 MST	8 MST	10 MST
Pemupukan			
Tanpa pupuk	0.06 b	0.21	0.17 b
NPK	0.19 a	0.29	0.32 a
NP	0.09 b	0.16	0.18 b
NK	0.11 b	0.25	0.41 a
PK	0.08 b	0.28	0.27 a
Jarak Tanam (cm x cm)			
100 x 45	0.37 a	0.51	0.56 a
100 x 60	0.29 b	0.46	0.48 ab
100 x 75	0.25 b	0.43	0.43 b
Interaksi	tn	tn	tn

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama untuk faktor perlakuan yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (DMRT).

Rasio Bobot Kering Tajuk/Akar

Secara umum terjadi peningkatan rasio bobot kering tajuk/akar kolesom mulai dari awal pertumbuhan sampai dengan panen, kecuali pada pemupukan NP (Gambar 2). Berdasarkan rasio bobot kering tajuk/akar yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya umur tanaman, dapat diduga bahwa perlakuan pemupukan mendukung pertumbuhan tajuk tanaman kolesom. Akan tetapi tajuk kolesom yang pertumbuhannya lebih baik akan menekan terbentuknya umbi, karena alokasi asimilat lebih ditujukan untuk pembentukan batang, cabang, dan daun kolesom.

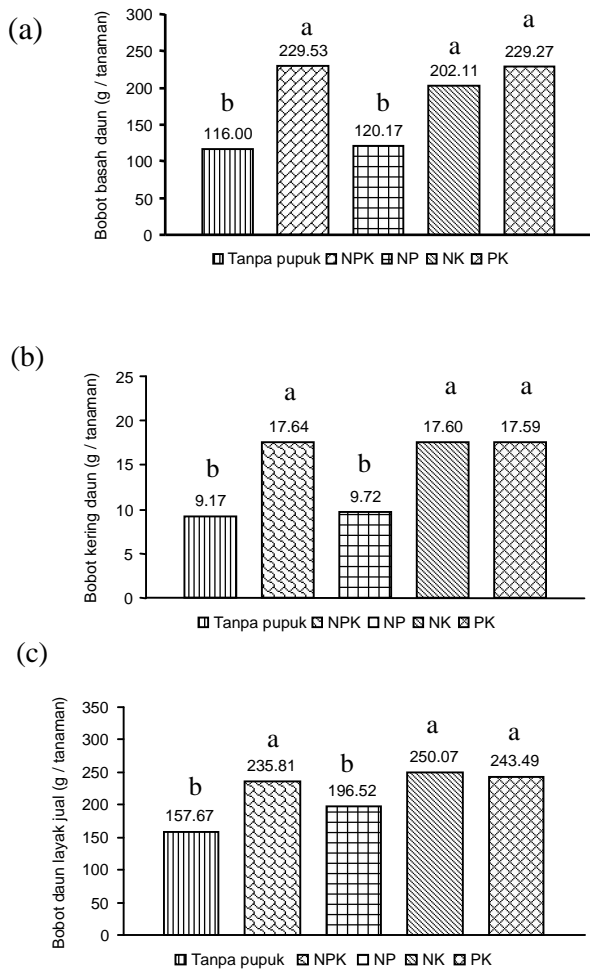


Gambar 2. Respon rasio bobot kering tajuk/akar kolesom terhadap pemupukan.

Perlakuan NK (tanpa P) yang memberikan rata-rata rasio bobot kering tajuk/akar terendah dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, mengindikasikan bahwa P berperan dalam pertumbuhan tajuk kolesom. Menurut Marschner (1995) tanaman pada saat fase pertumbuhan vegetatif memerlukan suplai karbohidrat, dimana dalam pembentukan dan translokasinya membutuhkan energi berupa adenosin trifosfat (ATP) yang berasal dari P. Kurva pemupukan NP yang sedikit menurun pada umur 8 MST diduga karena bagian tajuk tanaman yang terserang patogen penyakit layu bakteri sehingga mengurangi bahan kering yang terbentuk.

Produksi Daun Kolesom

Perubahan pada komponen hasil panen tidak nyata dipengaruhi oleh faktor perlakuan jarak tanam atau interaksi kedua faktor dan hanya nyata dipengaruhi oleh faktor perlakuan pemupukan. Gambar 3 memperlihatkan bahwa pemupukan NP (tanpa K) menyebabkan nilai terendah untuk bobot basah dan bobot kering daun, serta bobot daun layak jual, dibandingkan dengan yang mendapat pemupukan lainnya. Hal ini menunjukkan K merupakan faktor pembatas pada produksi daun kolesom. Pada beberapa komoditi lainnya dilaporkan bahwa K berpengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman, bobot segar daun, dan jumlah daun (Bahadur *et al.*, 2000; El-Bassiony, 2006; Ali *et al.*, 2007).



Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%.

Gambar 3. Pengaruh pemupukan terhadap (a) bobot basah daun, (b) bobot kering daun, dan (c) bobot daun layak jual.

Tabel 3. Kandungan kualitatif flavonoid daun kolesom pada berbagai perlakuan pemupukan

Pemupukan	Kandungan kualitatif flavonoid		
	4 MST	8 MST	10 MST
Tanpa pupuk	2	2	1
NPK	4	3	3
NP	3	3	2
NK	4	3	3
PK	3	2	4

Keterangan : Nilai 1 = positif lemah, nilai 2 = positif, nilai 3 = positif kuat, nilai 4 = positif sangat kuat.

Bahan Bioaktif dan Kandungan Flavonoid Kualitatif Daun

Penelitian Susanti *et al.* (2008) menunjukkan bahwa daun kolesom mengandung alkaloid, steroid, dan flavonoid. Namun, dalam penelitian ini juga ditemukan bahan bioaktif daun kolesom lainnya seperti tanin, fenolik, triterpenoid, dan glikosida.

Menurut Harborne dan Williams (2000) antosianin merupakan salah satu anggota kelompok flavonoid. Kandungan flavonoid yang tinggi dapat merupakan indikasi dari adanya antosianin pada tumbuhan. Tabel 3 menunjukkan flavonoid secara kualitatif terdapat pada daun kolesom. Pada umur 10 MST, perlakuan pemupukan NP (tanpa K) memberikan nilai flavonoid kualitatif terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena K diperlukan sebagai aktivator enzim dalam proses metabolisme pembentukan flavonoid.

Kandungan dan Produksi Antosianin Daun Kolesom

Antosianin merupakan salah satu jenis metabolit sekunder yang banyak dihasilkan pada tanaman dan biosintesisnya diinduksi oleh berbagai cekaman biotik dan abiotik (Steyn *et al.*, 2002; Gould, 2004). Salah satu jenis cekaman abiotik adalah cekaman hara, misalnya dengan cara pengaturan pemupukan.

Tabel 4 menunjukkan perlakuan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan antosianin tetapi hanya berpengaruh nyata terhadap produksi antosianin daun kolesom. Pemupukan NP (tanpa K) menghasilkan rata-rata produksi antosianin daun kolesom terendah (18.90 mol/tanaman) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan unsur K sebagai faktor pembatas produksi antosianin daun kolesom.

Tabel 4. Kandungan dan produksi antosianin kolesom pada berbagai perlakuan pemupukan

Pemupukan	Kandungan (mmol/g)	Produksi (mol/tanaman)
Tanpa pupuk	173.11	20.93 b
NPK	156.95	34.01 a
NP	162.51	18.90 b
NK	170.96	34.89 a
PK	157.33	39.60 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (DMRT).

Sebaliknya, pada beberapa penelitian lainnya dilaporkan bahwa unsur N dan atau P yang terbatas diketahui dapat menginduksi akumulasi antosianin (Stewart *et al.*, 2001; Steyn *et al.*, 2002; Gould 2004, Jiang *et al.*, 2007; Peng *et al.*, 2007). Perbedaan yang terjadi pada penelitian ini diduga karena media tanam menyediakan N dan P yang cukup bagi pertumbuhan kolesom, sehingga kedua unsur hara ini tidak menjadi faktor pembatas pembentukan antosianin. Menurut Delgado *et al.* (2006) aplikasi K dalam dosis yang tinggi akan menurunkan kandungan antosianin. Untuk mencegah hal ini pemberian K harus disertai dengan pemberian N dalam dosis yang cukup.

Produksi yang tinggi tidak harus didapatkan dari kandungan yang tinggi pula. Produksi antosianin daun merupakan hasil kali dari bobot basah daun (bagian yang dimanfaatkan) dengan kandungan antosianin, sehingga walaupun kandungannya rendah tetapi jika dikalikan dengan bobot basah yang tinggi akan menghasilkan produksi yang tinggi. Namun, perlu diteliti lebih lanjut praktik budidaya yang dapat menghasilkan bobot basah daun dan kandungan antosianin yang optimal sehingga keseluruhan produksi meningkat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa produksi antosianin daun kolesom dipengaruhi oleh pemupukan dan tidak dipengaruhi oleh jarak tanam atau interaksi kedua faktor. Pemupukan PK (tanpa N) menyebabkan produksi antosianin tertinggi (39.60 mol/tanaman). Penelitian ini menunjukkan bahwa unsur kalium merupakan faktor pembatas dalam produksi antosianin daun kolesom.

DAFTAR PUSTAKA

Aiyeloja, A.A., O.A. Bello. 2006. Ethnobotanical potentials of common herbs in Nigeria: a case study of Enugu State. *Edu. Res. Rev.* 1:16-22.

Ali, M.K., M.F. Alam, M.N. Alam, M.S. Islam, S.M.A.T. Khandaker. 2007. Effect of nitrogen and potassium level on yield and quality seed production of onion. *J. Appl. Sci. Res.* 3:1889-1899.

Bahadur, M.M., A.K.M. Azad, M.A. Hakim, S.M.M. Hossain, S.P. Sikder. 2000. Effect of different spacing and potassium levels on the growth and yield of turmeric var. sinduri. *Pakistan J. Biol. Sci.* 3:593-595.

Booij, R., A.D.H. Kreuzer, A.L. Smit, A. van der Werf. 1996. Effect of nitrogen availability on dry matter production, nitrogen uptake and nitrogen interception of Brussels sprouts and leeks. *Netherlands J. Agric. Sci.* 44:3-9.

Delgado R., M. Gonzalez, P. Martin. 2006. Interaction effects of nitrogen and potassium fertilization on anthocyanin composition and chromatic features of tempranillo grapes. *Int. J. Vine. Wine. Sci.* 40:141-150.

El-Bassiony, A.M. 2006. Effect of potassium fertilization on growth, yield, and quality of onion plants. *J. Appl. Sci. Res.* 2:780-785.

Gould, K.S. 2004. Nature's Swiss Army knife: the diverse protective roles of anthocyanins in leaves. *J. Biomed. Biotechnol.* 2004:314-320.

Harborne, J.B. 2006. Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan. Ed ke-2. Padmawinata K, Soediro I, penerjemah; Mansoor S, editor. Bandung: Penerbit ITB Bandung. Terjemahan dari: *Phytochemical Methods*.

Harborne, J., C. Williams. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry* 55:481-504.

Hargono, D. 2005. Menambah Energi dengan Bahan Alami. *Herba* 35: 18-21.

- Jiang, C.F., X.H. Gao, L. Liao, N.P. Harberd, X.D. Fu. 2007. Phosphate starvation root architecture and anthocyanin accumulation responses are modulated by the gibberelin-DELLA signaling pathway in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 145:1460-1470.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd Ed. Academic Press Limited.
- Peng, M., C. Hannam, H. Gu, Y.M. Bi, S.J. Rothstein. 2007. A mutation in *NLA*, which encodes a RING-type ubiquitin ligase, disrupts *Arabidopsis* adaptability to nitrogen limitation. *Plant J.* 50:320-337.
- Rifai, M.A. 1994. *Bibliography 8: Vegetables*, Bagian ke-1 & 2 [bibliografi]. Bogor: Prosea Foundation.
- Sims, D.A., J.A. Gamon. 2002. Relationship between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. *Remot. Sens. Environ.* 81:337-354.
- Sugiarto N.T. 2006. Pengaruh umur dan frekuensi panen pada produksi pucuk kolesom (*Talinum triangulare* Willd.). Skripsi. Departemen Budi Daya Pertanian. Faperta. IPB. Bogor.
- 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.
- Stewart, A.J., W. Chapman, G.I. Jenkins, I. Graham, T. Martin, A. Crozier. 2001. The effect of nitrogen and phosphorus deficiency on flavonol accumulation in plant tissues. *Plant Cell Environ.* 24:1189-1197.
- Steyn, W.J., S.J.E. Wand, D.M. Holcroft, G. Jacobs. 2002. Anthocyanins in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection. *New Phytol.* 155:349-361.
- Syukur, C., Hernani. 2002. *Budidaya Tanaman Obat Komersil*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Udoh, E.J., S.B. Akpan. 2007. Measuring Technical efficiency of water leaf (*Talinum triangulare*) production in Akwa Ibon State, Nigeria. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 2:518-522.
- Ukpong, I.E., J.O. Moses. 2001. Nutrient requirements for the growth of waterleaf (*Talinum triangulare*) in Uyo metropolis, Nigeria. *Environmen.* 21:153-159.
- Ververidis, F., E. Trantas, C. Douglas, G. Vollmer, G. Kretschmar, N. Panopoulos. 2007. Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. *Biotechnol. J.* 2:1214-1234.
- Yin, X.Y., E.A. Lantinga, A.H.C.M. Schapendonk, X.H. Zhong. 2003. Some quantitative relationship between leaf area index and canopy nitrogen content and distribution. *Ann. Bot.* 91:893-903.