

Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensori Ubi Jalar pada Berbagai Pemupukan N di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan

Physical, Chemical, and Sensorial Characteristics of Sweet Potato Grown in Tidal Swamp Land of South Kalimantan and Treated with Selected N Fertilizers

Erliana Ginting*, Rahmi Yulifianti dan Dian Adi Anggraeni Elisabeth

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak Km 8 PO box 66 Malang 65101
*email: erlianaginting@yahoo.com

NASKAH DITERIMA 4 SEPTEMBER 2017; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 16 MEI 2018

ABSTRAK

Lahan pasang surut di Kalimantan Selatan memiliki potensi untuk usahatani ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). Namun kondisi lahan yang masam, tingkat kejenuhan Al dan Fe yang tinggi, serta rendahnya kesuburan tanah memerlukan teknologi budidaya yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat fisik, kimia, dan sensori ubi jalar yang dibudidayakan di lahan pasang surut tipe C dengan pemupukan N yang berbeda. Penelitian dilaksanakan di Desa Sidomulyo, Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala pada bulan Februari hingga Juni 2016 menggunakan rancangan petak terbagi dengan tiga ulangan. Varietas ubi jalar (Beta 3 dan lokal) digunakan sebagai petak utama dan sumber pupuk N (pupuk kandang 5 t/ha, Phonska 300 kg/ha, KNO₃ 2.000 L/ha dan kombinasi ketiganya) sebagai anak petak. Untuk ameliorasi digunakan dolomit 1 t/ha. Pengamatan, meliputi sifat fisik, kimia, dan sensori umbi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Beta 3 (daging umbi oranye) memiliki warna umbi (L*) paling tua pada pemupukan KNO₃ dengan kadar beta karoten tertinggi (7.003 µg/100 g bb). Namun sumber pupuk N tidak berpengaruh terhadap intensitas warna umbi varietas lokal (daging umbi putih sembur ungu). Interaksi varietas dan pemupukan N berpengaruh nyata terhadap kadar abu dan pati umbi, sedangkan faktor genetik (varietas) tampak dominan pada kadar air, gula reduksi, dan amilosa. Pemupukan dengan pupuk kandang, Phonska dan KNO₃ tidak berpengaruh terhadap kadar nitrat umbi segar, namun kombinasi ketiganya memberikan kadar nitrat yang lebih rendah. Kadar nitrat umbi (2,82-4,69 mg/kg bb) masih dalam batas aman untuk konsumsi. Bentuk, warna kulit dan daging umbi serta warna, rasa, dan tekstur umbi kukus varietas Beta 3 lebih disukai daripada varietas lokal sehingga berpeluang untuk dikembangkan di lahan pasang surut.

Kata kunci: lahan pasang surut, sifat fisik dan kimia, ubi jalar.

ABSTRACT

Tidal swamp land is potential for sweet potato farming. However, high acidity, high Al and Fe contents and low nutrients of soil conditions need appropriate cultivation technologies. This study was performed to identify

physical, chemical, and sensorial characteristics of sweet potato grown in type C of tidal swamp land and treated with selected N fertilizers. The trial was conducted at Sidomulyo Village, Wanaraya Sub-district, Barito Kuala Regency in February until June 2016 and arranged using a split-plot design with three replicates. Sweet potato variety (Beta 3 and local) was used as the main plot and N fertilizer (5 t/ha of manure, 300 kg/ha of Phonska, 2000 L/ha of KNO₃ and the combination of these three fertilizers) as the subplot. Dolomite with a dosage of 1 t/ha was applied for soil amelioration. Physical and chemical characteristics of the tubers as well as their sensorial attributes were evaluated. The results showed that Beta 3 (orange flesh color) gave the darkest color (L*) of flesh tuber when treated with KNO₃ and contained the highest level of beta carotene (7.003 µg/100 g fw). Meanwhile, the flesh color of local variety (purplish white) was not affected by N fertilizers. Significant effects of variety and N fertilizer interaction were seen on ash and starch contents, while genetic factor predominantly affected the moisture, reducing sugar, and amylose contents. Application of manure, Phonska, and KNO₃ showed no effect on nitrate residue in fresh tubers, however lower value was noted when treated with a combination of three fertilizers. The nitrate contents (2.82-4.69 mg/kg fw) these were yet below the safe level for consumption. The fresh tuber shape, skin and flesh color of Beta 3 variety as well as color, taste, and texture of its steamed tuber were preferred relative to local variety; hence this variety is promising to be cultivated in tidal swamp land.

Keywords: physical and chemical characteristics, sweet potato, tidal swamp land.

PENDAHULUAN

Di Indonesia sebanyak 79,7% dari total produksi ubi jalar sebesar 2,39 juta ton dimanfaatkan untuk bahan pangan (FAOSTAT 2013; BPS 2016) dengan tingkat konsumsi 2,35 kg/kapita/tahun (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian 2013). Namun tingkat konsumsi ini cenderung menurun karena terbatasnya jenis produk olahan ubi jalar. Melalui diversifikasi pangan dan promosi ubi jalar sebagai pangan fungsional

sional yang bermanfaat bagi kesehatan (Ginting *et al.* 2014), konsumsi ubi jalar diharapkan meningkat. Konsekuensinya, diperlukan teknologi budidaya yang tepat untuk meningkatkan produksi ubi jalar dalam upaya menjamin pasokan bahan baku.

Lahan pasang surut merupakan tipe ekosistem lahan basah yang ketersediaan airnya dipengaruhi oleh pasang dan surut air sungai atau laut di sekitarnya. Lahan ini tersebar di 17 propinsi dengan luas 20,14 juta ha, terutama di Sumatera, Papua dan Kalimantan, tetapi pemanfaatannya untuk areal pertanian baru mencapai 5,27 juta ha (Noor dan Rahman 2015). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan pangan, perluasan areal tanam perlu diarahkan ke luar Jawa dan pengelolaannya disesuaikan dengan tipologi lahan serta sifat fisik dan kimia tanahnya (Sudana 2005).

Lahan pasang surut potensial untuk pengembangan tanaman pangan (Noor dan Rahman 2015) seperti halnya di Kalimantan Selatan yang telah memanfaatkan sekitar 0,79 juta ha lahan pasang surutnya, terutama untuk pertanian (Sudana 2005). Usahatani tersebut kebanyakan dilakukan pada lahan dengan tipe luapan C (tidak pernah terluapi walaupun pasang besar dengan kedalaman air tanah <50 cm) dan tipe D (tidak pernah terluapi dengan kedalaman air tanah >50 cm) yang sesuai untuk pola tanam padi gogo dua kali dan palawija/sayuran. Namun kondisi lahan yang tergenangi air, tingkat kemasaman tinggi, kelebihan kadar Al, Fe, dan H₂S, intrusi air garam, rendahnya kesuburan tanah, dan gulma merupakan faktor penghambat dalam pengembangan usahatani di lahan pasang surut. Ameliorasi (pemberian kapur atau abu sekam) dan pemupukan dapat dianjurkan untuk mengatasi masalah tersebut (Sudana 2005).

Ubi jalar mempunyai peluang untuk dibudidayakan di lahan pasang surut Kalimantan Selatan. Produksi ubi jalar di provinsi tersebut mencapai 23.421 ton pada tahun 2014 dengan produktivitas 12,9 t/ha (BPS 2016) dan terdapat empat jenis varietas lokal (Noor dan Rahman 2015). Pemanfaatan utama ubi jalar adalah untuk bahan pangan dan cenderung meningkat permintaannya sehingga berpeluang untuk ditingkatkan produksinya. Sejumlah varietas unggul ubi jalar telah tersedia dengan warna daging umbi yang beragam (putih, krem, jingga, dan ungu) dan potensi hasil 25-35 t/ha, di antaranya Jago, Sari, Canguang, Beta 1, Beta 2, dan Beta 3 serta Antin 1, Antin 2, dan Antin 3 (Balitkabi 2016). Oleh karena itu, varietas-varietas tersebut perlu diteliti adaptasinya di lahan pasang surut.

Pemberian pupuk organik maupun anorganik diharapkan dapat meningkatkan produktivitas ubi jalar di lahan pasang surut. Pemupukan N berpengaruh

terhadap distribusi bahan kering yang menentukan perkembangan dan hasil umbi. Namun aplikasi N yang berlebihan dapat meningkatkan kadar nitrat pada umbi (Wang *et al.* 2008) dan menjadi sumber pencemaran air bawah tanah bila digunakan untuk air minum (Abah *et al.* 2008). Bahan makanan yang tercemar nitrat berisiko terhadap kesehatan karena nitrat dapat mengikat hemoglobulin membentuk methemoglobin yang tidak memiliki kemampuan lagi untuk mengangkut oksigen sehingga dapat menyebabkan sakit kepala, kelelahan, pingsan, sianosis, disarhythmia, kegagalan peredaran darah, gangguan sistem saraf pusat, bahkan kematian (Du *et al.* 2007; Agnesa 2010).

Di pasaran tersedia sumber N yang berbeda untuk pupuk tanaman, di antaranya urea, ZA, Phonska, dan pupuk kandang. Pemupukan dengan sumber N yang berbeda dilaporkan berdampak terhadap respon varietas dan hasil ubi jalar serta kadar nutrisinya (Ukom *et al.* 2009). Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mempelajari pengaruh pemupukan N yang berbeda di lahan pasang surut terhadap sifat fisik, kimia dan sensori umbi dua varietas ubi jalar. Informasi ini penting untuk melihat potensi pengembangan budi daya ubi jalar di lahan pasang surut.

BAHAN DAN METODE

Penanaman ubi jalar dilakukan di lahan pasang surut tipe C di Desa Sidomulyo, Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan pada bulan Februari-Juni 2016. Lokasi tersebut merupakan lahan kering masam dengan pH 4,3. Ubi jalar yang digunakan adalah varietas lokal yang warna daging umbinya putih sembur ungu dan varietas Beta 3 (daging umbi berwarna jingga/oranye). Sedangkan pupuk N terdiri atas empat perlakuan, yaitu P1 = Pupuk kandang 5 t/ha kurang lebih setara dengan 102 kg N/ha untuk yang berasal dari kotoran sapi, P2 = Phonska 300 kg/ha atau setara dengan 45 kg N/ha, P3 = Pupuk cair KNO₃ 2.000 L/ha atau 720 kg/ha (0,36 kg KNO₃/L) yang setara dengan 93,6 kg N/ha, dan P4 = pupuk kandang 5 t/ha, Phonska 300 kg/ha, dan KNO₃ 2.000 l/ha yang setara dengan 240,6 kg N/ha. Percobaan disusun dengan rancangan petak terbagi, tiga ulangan. Petak utama adalah varietas ubi jalar dengan sumber dan dosis N sebagai anak petak. Ubi jalar ditanam pada petak berukuran 6 m × 5 m dengan jarak tanam 100 cm × 25 cm (satu tanaman per lubang). Untuk ameliorasi, dilakukan pemberian dolomit 1 t/ha.

Tanaman dipanen pada umur 4 bulan dan diambil sampel umbi sesuai perlakuan dan ulangan di lapangan untuk dianalisis sifat fisik dan kimianya di

Laboratorium Kimia dan Teknologi Pangan Balitkabi, Malang. Pengamatan meliputi: 1) warna daging umbi (*Hunter colour*) menggunakan *colour reader* Minolta CR-200b, 2) kadar bahan kering (Yildirim *et al.* 2011) dan kadar air (metode gravimetri) menurut SNI 01-2891-1992 (BSN 1992), 3) gula reduksi (metode Nelson-Somogy), 4) pati (hidrolisis asam dilanjutkan dengan metode Nelson-Somogy), keduanya mengikuti prosedur Sudarmadji *et al.* 1997, 5) amilosa (Juliano 1979), 6) kadar beta karoten dengan ekstraksi, separasi, dan deteksi dengan spektrofotometer (Cagampang dan Rodriquez 1980), dan 7) kadar nitrat dengan metode spektrofotometri menurut Gaya dan Alimi (2006). Tingkat kesukaan terhadap sifat sensori umbi kukus (warna, tekstur, rasa dan kesan berserat) dianalisis dengan uji Hedonik yang diikuti oleh 30 orang petani ubi jalar dari Desa Kolam Makmur dan Desa Sidomulyo, Kecamatan Wanaraya, Kabupaten Barito Koala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik dan Kadar Beta Karoten Umbi

Tabel 1 menunjukkan bahwa tingkat kecerahan warna (L^*) daging umbi varietas lokal (putih sembur ungu) tidak berbeda nyata antar perlakuan pemupukan N dengan kisaran 68,07 hingga 71,20. Demikian pula dengan tingkat warna kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*) karena warna daging umbi yang dominan putih. Kondisi tersebut dapat berkaitan dengan rendahnya kadar antosianin (pigmen warna ungu) pada umbi sehingga meskipun ada perbedaan nilai warna karena perlakuan pemupukan N (Tabel 1), namun tidak nyata pengaruhnya terhadap warna daging umbi secara keseluruhan. Hal berbeda diamati pada ubi jalar yang warna daging umbinya ungu tua, seperti varietas Antin 2 yang berbeda kadar antosianinnya pada berbagai jenis dan dosis pemupukan N (Ginting 2015). Selain faktor genetik, kadar antosianin umbi juga dipengaruhi oleh lingkungan tumbuhnya, seperti suhu, cahaya, sumber N, serangan patogen, dan penggunaan zat

pengatur tumbuh (Kim dan Kim 2003). Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis antosianin karena intensitas warna ungu umbi yang sangat rendah, lebih rendah daripada varietas Antin 1 yang memiliki nilai L^* 63,73 dan kadar antosianin hanya 7,96 mg/100 g bb. Tingkat kecerahan warna daging umbi (nilai L^*) dilaporkan berkorelasi negatif dengan kadar antosianin ($R^2 = 0,81$) (Ginting *et al.* 2015).

Tingkat kecerahan warna (L^*) daging umbi varietas Beta 3 tampak berbeda nyata dengan nilai terendah pada pemupukan KNO_3 (72,67), sementara pada tiga perlakuan lainnya tidak nyata (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa umbi yang diperoleh dari hasil pemupukan dengan KNO_3 memiliki warna daging umbi paling gelap/tua. Hal ini sejalan dengan kadar beta karotennya yang juga tertinggi (Tabel 2) karena nilai L^* diamati berkorelasi negatif dengan kadar beta karoten ubi jalar oranye (Ginting *et al.* 2013). Ginting *et al.* (2013) melaporkan nilai L^* varietas Beta 3 (klon MIS 0651-09) sebesar 74,2, relatif sama dengan hasil penelitian ini. Sementara untuk warna kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*) relatif sama untuk semua perlakuan pemupukan (Tabel 2). Hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya pada ubi jalar varietas Beta 2 yang ditanam di Muneng, Probolinggo yang nilai L^* dan a^* tidak dipengaruhi oleh pemupukan N (urea, ZA, dan pupuk kandang), namun berpengaruh terhadap nilai b^* (Ginting 2015). Hal ini terutama disebabkan oleh faktor genetik, yakni perbedaan respon kultivar ubi jalar terhadap pemupukan N yang selanjutnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis dan biosintesis karotenoid. Faktor lingkungan, yakni radiasi sinar matahari diperlukan dalam sintesis karotenoid (karotenogenesis) karena kemampuannya untuk menyerap cahaya. Selain itu, pupuk K, jenis tanah, ketinggian tempat, suhu, ketersediaan air, musim, umur panen, dan ukuran umbi juga berpengaruh terhadap warna dan kadar beta karoten ubi jalar (Liu *et al.* 2009; Ukom *et al.* 2009; Abd El-baky *et al.* 2010; Ukom *et al.* 2011; Laurie *et al.* 2012; Faber *et al.* 2013; Motsa *et al.* 2015; Kathabwalika *et al.* 2016).

Tabel 1. Warna daging umbi ubi jalar varietas Lokal (putih sembur ungu) pada berbagai pemupukan N. Wanaraya, Barito Kuala. Februari-Juni 2016

Pemupukan N	Warna daging umbi		
	L^*	a^*	b^*
Pupuk kandang 5 t/ha	68,07 a	47,70 a	24,30 a
Phonska 300 kg/ha	71,20 a	49,33 a	24,57 a
KNO_3 2.000 L/ha	67,90 a	48,60 a	22,23 a
Gabungan ketiga pupuk di atas	71,03 a	49,27 a	23,17 a

Keterangan: Angka selajur yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%. L^* = tingkat kecerahan dengan kisaran gelap (0) sampai terang (100), a^* = warna hijau (-100) sampai merah (+100), b^* = warna biru (-100) sampai kuning (+100).

Tabel 2. Warna daging umbi dan kadar beta karoten ubi jalar varietas Beta 3 (oranye) pada berbagai pemupukan N. Wanaraya, Barito Kuala. Februari-Juni 2016

Pemupukan N	Warna daging umbi			Beta karoten ($\mu\text{g}/100 \text{ g bb}$)
	L*	a*	b*	
Pupuk kandang 5 t/ha	74,77 a	61,57 a	52,30 a	5,042 b
Phonska 300 kg/ha	74,90 a	60,17 a	50,77 a	6,192 ab
KNO ₃ 2.000 L/ha	72,67 b	58,00 a	50,70 a	7,003 a
Gabungan ketiga pupuk di atas	75,67 a	61,53 a	50,97 a	4,817 b

Keterangan: Angka selajur yang diikuti huruf sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%. L* = tingkat kecerahan dengan kisaran gelap (0) sampai terang (100), a* = warna hijau (-100) sampai merah (+100), b* = warna biru (-100) sampai kuning (+100). bb = basis basah.

Perlakuan pemupukan Phonska, KNO₃, dan pupuk kandang nyata pengaruhnya terhadap kadar beta karoten umbi (Tabel 2). Pemupukan dengan 33,6 kg, 29,3 kg, dan 28,0 kg NPK/ha dilaporkan tidak berpengaruh terhadap kadar beta karoten ubi jalar (Woolfe 1992). Namun pemupukan 40 kg hingga 80 kg N/ha nyata meningkatkan kadar beta karoten umbi dan tidak signifikan untuk dosis 80 kg hingga 120 kg N/ha (Ukom *et al.* 2011). Fenomena tersebut tampak pada penelitian ini, yakni pemupukan KNO₃ yang setara dengan 93,6 kg N/ha (13% N) dan Phonska setara dengan 45 kg N/ha (15% N) menghasilkan umbi dengan kadar beta karoten tertinggi. Namun perlakuan dengan pupuk kandang yang setara dengan 102 kg N/ha (2,04% N), kadar beta karotennya terendah dan relatif sama nilainya dengan perlakuan kombinasi pupuk kandang, Phonska, dan KNO₃. Pada lahan pasang surut yang kadar bahan organiknya sudah tinggi dan diberi dolomit, respons tanaman terhadap pemberian pupuk kandang cenderung rendah/kurang efektif. Kondisi tersebut juga dilaporkan oleh Taufiq *et al.* (2011) pada pertanaman kedelai di lahan pasang surut.

Hasil berbeda diamati pada penelitian ubi jalar varietas Beta 2 di lahan kering (tanah Alfisol) dengan pemberian 5 t/ha pupuk kandang yang menghasilkan umbi dengan kadar beta karoten lebih tinggi daripada perlakuan kontrol (tanpa N), pemupukan 100 kg dan 200 kg/ha, dan 100 kg/ha urea (Ginting 2015). Koala *et al.* (2013) juga melaporkan peningkatan kadar beta karoten ubi jalar dengan pemberian pupuk organik (pupuk kandang) 20 t/ha selama setahun. Selain faktor genetik (respon terhadap pupuk N), lingkungan tumbuh tampak berpengaruh terhadap perbedaan tersebut (Ukom *et al.* 2009; Ukom *et al.* 2011).

Kadar beta karoten varietas Beta 3 dengan pemupukan KNO₃ dan Phonska, masing-masing 7.003 μg dan 6.192 $\mu\text{g}/100 \text{ g bb}$ pada penelitian ini lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, yakni 5.574 $\mu\text{g}/100 \text{ g bb}$ yang ditanam pada lahan sawah (jenis tanah Entisol) dengan

pemberian pupuk rekomendasi urea, TSP, dan KCl masing-masing 100 kg/ha (Ginting *et al.* 2013). Pada kondisi lingkungan tumbuh yang kurang optimal, sintesis metabolit sekunder, termasuk beta karoten, biasanya meningkat sebagai mekanisme pertahanan diri tanaman (Jaleel *et al.* 2009; Wang dan Frei 2011; Motsa *et al.* 2015). Namun hasil penelitian ini perlu dikonfirmasi lagi pada lokasi yang sama melihat besarnya variasi kadar beta karoten umbi (Tabel 2) dan relatif kecilnya ukuran umbi untuk memastikan pengaruh perlakuan pemupukan N terhadap kadar beta karoten ubi jalar di lahan pasang surut. Hal ini penting mengingat ubi jalar kaya beta karoten merupakan bahan pangan sumber pro-vitamin A (Bovell-Benjamin 2007; Kurabachew 2015; Islam *et al.* 2016).

Komposisi Kimia Umbi

Pemupukan tidak nyata pengaruhnya terhadap kadar air umbi, namun interaksinya nyata karena pengaruh varietas (Tabel 3). Kadar air umbi varietas lokal sedikit lebih rendah dibandingkan dengan varietas Beta 3 dan tetap lebih rendah pada perlakuan pemupukan N yang sama. Fenomena yang sama juga dilaporkan oleh Ukom *et al.* (2009) pada empat varietas ubi jalar pada pemupukan N dosis 0 hingga 120 kg/ha.

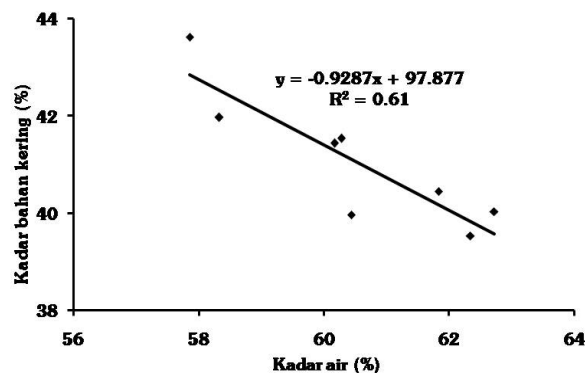
Umbi dengan warna oranye secara genetik memiliki kadar air tinggi dan bahan kering rendah (<30 %) (Grüneberg *et al.* 2009), lebih tinggi daripada umbi berwarna putih atau ungu. Ginting *et al.* (2013) melaporkan kadar air yang jauh lebih tinggi untuk varietas Beta 3, yakni 70,22% dan antara 72,50 - 82,63% untuk 12 klon/varietas ubi jalar kuning/oranye. Pemanenan yang dilakukan pada musim kemarau menyebabkan kadar air umbi yang diperoleh pada penelitian ini cukup rendah.

Kadar bahan kering umbi tidak berbeda antar varietas, perlakuan pemupukan maupun interaksi keduanya. Meskipun kadar air kedua varietas sedikit berbeda dan biasanya berkorelasi positif dengan kadar

Tabel 3. Komposisi kimia ubi jalar pada berbagai pemupukan N. Wanaraya, Barito Kuala. Februari-Juni 2016

Perlakuan		Bahan kering (%)	Kadar air (%)	Kadar abu (% bk)	Gula reduksi (% bk)	Amilosa (% bk)	Pati (% bk)	Nitrat (ppm bb)
Varietas (A)	Beta 3	40,37 a	61,77 a	2,37 a	4,72 a	29,11 b	58,64 b	3,95 a
	Lokal	41,52 a	59,23 b	2,02 b	2,56 b	31,19 a	65,07 a	3,62 b
Pemupukan (B)	P1	40,71 a	60,08 a	2,23 b	3,19 a	30,52 a	63,19 a	4,31 a
	P2	42,52 a	59,01 a	2,01 c	4,02 a	30,55 a	62,45 ab	4,21 a
	P3	40,54 a	61,31 a	2,16 b	4,04 a	30,22 a	60,47 b	3,68 ab
	P4	40,01 a	61,58 a	2,37 a	3,33 a	29,30 a	61,31 ab	2,92 b
A × B								
Varietas Beta 3	P1	40,45 a	61,83 ab	2,47 b	4,12 abc	29,16 bc	59,77 c	4,69 a
	P2	41,44 a	60,17 c	2,17 c	5,84 a	29,40 bc	58,63 c	4,26 a
	P3	39,54 a	62,34 a	2,17 c	5,01 ab	29,53 bc	57,89 c	4,02 a
	P4	40,04 a	62,72 a	2,67 a	3,92 abc	28,34 c	58,25 c	2,82 a
Varietas Lokal	P1	40,97 a	58,33 d	1,99 de	2,26 c	31,88 a	66,61 a	3,93 a
	P2	43,60 a	57,86 d	1,85 e	2,19 c	31,71 a	66,27 a	4,16 a
	P3	41,54 a	60,28 c	2,16 c	3,07 bc	30,91 ab	63,05 b	3,33 a
	P4	39,97 a	60,44 bc	2,06 cd	2,74 c	30,27 abc	64,36 ab	3,04 a

Keterangan : Angka selajur pada masing-masing perlakuan yang diikuti huruf sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf 5%, bk = basis kering, bb = basis basah. P1 = Pupuk kandang 5 t/ha, P2 = Phonska 300 kg/ha, P3 = KNO₃ 2.000 l/ha, P4 = Gabungan pupuk 1,2, dan 3.



Gambar 1. Hubungan antara kadar air dengan kadar bahan kering ubi jalar varietas Beta 3 dan varietas lokal. Wanaraya, Barito Kuala. Februari-Juni 2016

bahan kering, namun adanya perbedaan komponen karbohidrat penyusunnya, terutama serat dapat menyebabkan kadar bahan kering tersebut tidak berbeda. Menurut Tumwegamire *et al.* (2011), 60-70% bahan kering terdiri atas pati, sisanya gula, pektin, hemiselulosa, dan selulosa. Pemupukan N tidak tampak pengaruhnya pada kadar bahan kering umbi kedua varietas. Ukom *et al.* (2009) juga melaporkan kadar bahan kering yang tidak signifikan pada empat varietas ubi jalar yang diberi perlakuan 0 hingga 120 kg/ha pupuk N.

Kadar bahan kering umbi tergolong tinggi bila kadarnya >30% (Kwarteng *et al.* 2014). Pada penelitian ini kadar bahan kering umbi dari semua perlakuan berkisar 39,97 - 43,60% sehingga tergolong tinggi. Ginting *et al.* (2013) dan Ginting *et al.* (2015) melaporkan kisaran bahan kering yang lebih rendah

pada ubi jalar kuning/oranye (21,49-31,03%) dan ubi jalar ungu (25,7-40,1%). Hal ini berkaitan dengan kadar air umbi yang juga cukup rendah pada penelitian ini (Tabel 3). Kadar bahan kering kedua varietas ubi jalar berkorelasi negatif dengan kadar air umbi ($R^2 = 0,61$) seperti pada Gambar 1. Ginting *et al.* (2013) juga melaporkan fenomena yang sama pada ubi jalar oranye ($R^2 = 0,81$) dan ubi jalar ungu dengan $R^2 = 0,88$ (Ginting *et al.* 2015).

Kadar abu umbi dipengaruhi oleh varietas, pemupukan N, dan interaksi keduanya (Tabel 3). Varietas Beta 3 memiliki kadar abu sedikit lebih tinggi dibanding dengan varietas lokal. Pemupukan dengan Phonska memberi hasil umbi dengan kadar abu terendah dan sedikit lebih tinggi pada perlakuan pupuk kandang dan KNO₃, sementara nilai tertinggi tampak

pada kombinasi ketiga pupuk tersebut. Kadar abu merupakan representasi kadar mineral umbi yang dipengaruhi oleh genetik dan lingkungan tumbuhnya, terutama tingkat kesuburan/nutrisi tanah serta jenis dan dosis pupuk yang diaplikasikan. Ukom (2009) juga melaporkan kadar K, Na, C, dan Mg yang cenderung meningkat pada pemupukan N dengan dosis 0 hingga 120 kg/ha. Menurut Antarlina (1997), ubi jalar memiliki kadar abu tinggi apabila nilainya $>3,84\%$ bk dan tergolong rendah apabila nilainya $<2,94\%$ bk. Berdasarkan kriteria tersebut, semua perlakuan pada penelitian ini, kadar abunya tergolong rendah. Ginting *et al.* (2013) dan Ginting *et al.* (2015) melaporkan kisaran kadar abu yang lebih tinggi pada ubi jalar kuning/oranye (3,10-4,48%) dan ubi jalar ungu (2,8-3,9%).

Varietas ubi jalar berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi umbi dan interaksinya dengan pemupukan N, sementara pemupukan N sendiri pengaruhnya tidak nyata terhadap kadar gula reduksi (Tabel 3). Faktor genetik tampaknya lebih dominan karena ubi jalar oranye rasanya cenderung lebih manis dibandingkan dengan ubi jalar putih (Leighton *et al.* 2010). Varietas Beta 3 memiliki kadar gula reduksi 4,72% bk, sedangkan varietas lokal hanya 2,56% bk. Kadar gula reduksi dilaporkan meningkat jika ubi jalar ditanam pada lokasi dengan ketinggian tempat dan ketersediaan air rendah (Motsa *et al.* 2015).

Ubi jalar memiliki kadar gula reduksi tinggi apabila nilainya $>6,83\%$ bk dan tergolong rendah apabila nilainya $<3,91\%$ bk (Antarlina 1997). Kadar gula reduksi varietas Beta 3 tergolong sedang dan masih dalam kisaran kadar gula ubi jalar kuning/oranye, yakni 3,42-8,18% bk (Ginting *et al.* 2008) dan 1,94-8,11% bk (Ginting *et al.* 2013). Sedangkan varietas lokal tergolong rendah kadar gula reduksinya, namun sedikit lebih tinggi daripada Varietas Antin 1 yang daging umbinya juga putih sembur ungu, yakni 1,0% bk (Ginting *et al.* 2015).

Kadar pati berbeda nyata antar varietas, pemupukan N, dan interaksinya dengan pemupukan N (Tabel 3). Meskipun kadar bahan kering kedua varietas tidak berbeda nyata, namun kadar pati varietas lokal lebih tinggi daripada varietas Beta 3. Perbedaan penyusunan bahan kering masing-masing varietas (pati, gula, serat) dapat menyebabkan perbedaan tersebut (Tumwegamire *et al.* 2011). Gula terlarut dilaporkan berkorelasi negatif dengan bahan kering dan pati (Grüneberg *et al.* 2009). Selain itu, pati dan beta karoten disintesis di dalam organ sel yang sama (plastida), yakni amiloplas untuk pati dan kromoplas untuk beta karoten, sehingga terjadi kompetisi substrat dalam sintesis kedua senyawa

tersebut (Cervantes-Flores *et al.* 2011). Hal ini dapat diamati pada varietas Beta 3 yang kadar patinya lebih rendah daripada varietas lokal.

Pemupukan dengan pupuk kandang menghasilkan umbi dengan kadar pati lebih tinggi daripada pemupukan dengan KNO_3 , sementara hasilnya relatif sama dengan pemupukan Phonska dan kombinasi pupuk kandang, Phonska dan KNO_3 . Namun kondisi tersebut hanya tampak pada varietas lokal, sedangkan pada varietas Beta 3 tidak nyata pengaruhnya. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas (genetik) memiliki respon berbeda terhadap serapan (*uptake efficiency*) N dan aktivitas fotosintesis atau pemanfaatannya oleh tanaman (Sattelmacher *et al.* 1994; Ukom *et al.* 2011) serta sintesis patinya (Cervantes-Flores *et al.* 2011). Grüneberg *et al.* (2005) juga melaporkan bahwa pemupukan 0 dan 80 kg N/ha lebih kecil pengaruhnya terhadap kadar pati ubi jalar daripada faktor genetik dan lingkungan (agroekologi). Kadar pati varietas Beta 3 pada penelitian ini sedikit lebih rendah daripada yang dilaporkan Ginting *et al.* (2013) sebesar 60,32% bk. Demikian pula untuk varietas lokal (65,07%), lebih tinggi nilainya bila dibandingkan dengan kadar pati varietas Antin 1 sebesar 62,0% bk (Ginting *et al.* 2015).

Seperti halnya pada kadar pati, kadar amilosa umbi juga nyata dipengaruhi oleh varietas dan interaksinya dengan pemupukan N. Namun pemupukan N sendiri tidak berpengaruh terhadap kadar amilosa umbi (Tabel 3), sehingga faktor varietas tampaknya lebih dominan. Varietas lokal yang kadar patinya lebih tinggi daripada varietas Beta 3, kadar amilosanya juga lebih tinggi. Kadar amilosa varietas Beta 3 pada penelitian ini (29,11% bk) relatif lebih tinggi daripada yang dilaporkan Ginting *et al.* (2013) sebesar 24,89% bk. Demikian pula untuk varietas lokal (31,19% bk), nilainya lebih tinggi bila dibandingkan dengan varietas Antin 1 sebesar 27,4% (Ginting *et al.* 2015).

Menurut Utomo (2009), ubi jalar memiliki kadar amilosa tinggi apabila nilainya $>25\%$ bk dan tergolong rendah apabila nilainya $<19\%$ bk. Berdasarkan kriteria tersebut, kedua varietas ubi jalar yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar amilosa tinggi. Amilosa merupakan komponen utama pati, di samping amilopektin yang berpengaruh terhadap sifat fungsional pati, terutama kemudahan dalam membentuk gel (gelatinisasi). Pati dengan kadar amilosa rendah, jika dibuat pasta akan bersifat lunak dan relatif tidak membentuk gel yang kokoh (Copeland *et al.* 2009).

Tabel 3 menunjukkan bahwa varietas berpengaruh nyata terhadap kadar nitrat umbi meskipun

perbedaannya relatif kecil (3,63-3,95 ppm bb). Ginting (2015) juga melaporkan adanya perbedaan kadar nitrat pada varietas Jago (daging umbi putih), Antin 2 (ungu), dan Beta 2 (oranye), meskipun kisarannya cukup sempit, yakni 4,17-5,20 ppm bb. Fakta ini mengindikasikan bahwa masing-masing varietas memiliki pola yang berbeda dalam *uptake*, transfer dan efisiensi penggunaan N di dalam tanaman, termasuk akumulasi nitrat di dalam umbi saat dipanen (Villagarcia *et al.* 1998; Hartemik *et al.* 2000; Philips *et al.* 2005).

Selain sifat genetik, lingkungan dan pemupukan berpengaruh terhadap kadar nitrat umbi. Hal ini tampak dari hasil pemupukan dengan pupuk kandang, Phonska, dan KNO_3 yang menghasilkan umbi dengan kadar nitrat yang relatif sama, namun lebih tinggi bila dibandingkan dengan kombinasi pupuk kandang, Phonska, dan KNO_3 (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan, bahwa semakin tinggi dosis pupuk tidak selalu diikuti dengan peningkatan serapan N dan kadar nitrat umbi. Fenomena yang sama juga dilaporkan Ginting (2015) pada pemupukan 100 kg/ha dan 200 kg/ha urea. Namun, pemupukan dengan 200 kg/ha ZA nyata meningkatkan kadar nitrat dibandingkan dengan 100 kg/ha ZA. Perbedaan bentuk N dalam masing-masing pupuk tersebut tampaknya berpengaruh terhadap kemudahan absorpsinya oleh umbi. Pada penelitian ini, ketiga sumber N (pupuk kandang, Phonska, dan KNO_3) masing-masing tidak nyata pengaruhnya terhadap kadar nitrat umbi. Pada penelitian sebelumnya, pemberian pupuk kandang 5 t/ha, urea 50 kg/ha dan 100 kg/ha serta ZA 100 kg/ha juga tidak berpengaruh nyata terhadap kadar nitrat umbi (Ginting 2015). Kondisi tersebut menyebabkan interaksi varietas dengan pemupukan N pada penelitian ini tampak tidak berpengaruh terhadap kadar nitrat umbi.

Kadar nitrat umbi pada penelitian ini relatif lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Ginting *et al.* (2015) yang dapat disebabkan oleh perbedaan varietas dan jenis sumber N yang digunakan serta lokasi/lingkungan tumbuhnya. Menurut Santamaria

(2006), kadar nitrat ubi jalar sangat rendah bila <200 mg/kg dan tergolong sangat tinggi bila kadarnya >2.500 mg/kg. Hasil survei di Italia menunjukkan bahwa kadar nitrat pada tiga sampel ubi jalar berkisar antara tidak terdeteksi hingga 161 mg/kg bb (rata-rata 54 mg/kg bb) (Santamaria *et al.* 1999). Kadar nitrat ubi jalar pada penelitian ini (2,92-4,69 mg/kg bb) masih berada dalam kisaran hasil survei tersebut. European Food Safety Authority (EFSA) menetapkan batas aman nitrat untuk asupan harian (*acceptable daily intake*) sebesar 3,7 mg/kg berat badan atau sekitar 270 mg untuk orang dewasa dengan berat badan 70 kg (Lidder dan Webb 2013). Konsumsi 100 g ubi jalar dengan asumsi kadar nitrat dari hasil penelitian ini, yakni 0,29 mg hingga 0,47 mg, masih sangat jauh di bawah batas aman tersebut. Artinya, dengan aplikasi pemupukan N seperti yang dilakukan pada penelitian ini, umbi dari kedua varietas ubi jalar tersebut masih aman untuk dikonsumsi.

Sifat Sensori Umbi

Oleh karena keterbatasan jumlah sampel, ubi jalar varietas Beta 3 dan varietas lokal yang digunakan untuk uji sensori hanya berasal dari perlakuan kombinasi pupuk kandang, Phonska, dan KNO_3 (P4). Panelis dari Desa Sidomulyo dan Kolam Makmur memberikan skor sangat suka untuk bentuk, warna kulit dan daging umbi ubi jalar segar dari varietas Beta 3, sementara varietas Lokal skornya lebih rendah (agak suka) (Tabel 4). Warna oranye daging umbi varietas Beta 3 tampaknya cukup menarik bagi panelis.

Untuk umbi yang dikukus, panelis juga memberikan skor kesukaan lebih tinggi untuk varietas Beta 3 daripada varietas lokal yang skornya berkisar antara suka sampai sangat suka, sementara untuk varietas lokal bervariasi dari agak suka sampai suka (Tabel 5). Panelis lebih menyukai tekstur umbi dari Beta 3 karena *mempur/kesat*. Sementara varietas lokal, teksturnya agak keras sehingga kurang disukai. Demikian juga untuk kesan berserat umbi, panelis lebih menyukai varietas Beta 3 yang dinilai tidak berserat dibandingkan dengan varietas lokal yang skornya agak berserat.

Secara umum tampak bahwa ubi jalar varietas Beta 3 lebih disukai dibandingkan varietas lokal. Hal ini berkaitan dengan tekstur umbi kukusnya yang kesat dan tidak basah/lembek seperti umumnya ubi jalar oranye (Leighton *et al.* 2010; Ginting *et al.* 2013) karena kadar bahan keringnya yang cukup tinggi (Tabel 3) dan rasa yang tidak terlalu manis, sehingga berpeluang untuk dikembangkan di lokasi tersebut. Perakitan varietas ubi jalar oranye dengan kadar beta karoten dan bahan kering tinggi ($>25\%$) juga tengah dikembangkan oleh CIP (The International Potato

Tabel 4. Tingkat kesukaan panelis terhadap karakteristik fisik dua varietas ubi jalar. Wanaraya, Barito Kuala.

Kriteria umbi mentah	Rata-rata skor tingkat kesukaan	
	Varietas Beta 3	Varietas lokal
Bentuk umbi	4,7	2,7
Kulit umbi	4,5	2,9
Warna daging	4,8	2,8

Keterangan: Skor tingkat kesukaan 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka.

Tabel 5. Tingkat kesukaan panelis terhadap umbi kukus dua varietas ubi jalar. Wনারaya, Barito Kuala.

Kriteria umbi kukus	Rata-rata skor tingkat kesukaan	
	Varietas Beta 3	Varietas lokal
Warna umbi	4,8	2,9
Rasa umbi	4,6	3,5
Tekstur umbi	4,4	3,1
Kesan tekstur umbi ¹⁾	4,4	2,4
Kesan berserat umbi	4,6	3,2
Kesan berserat umbi ²⁾	3,6	3,2

Keterangan: Skor kesukaan 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka

¹⁾ Berupa uji deskriptif terhadap kesan tekstur ubi meliputi: 1 = sangat lembek (berair), 2 = lembek, 3 = agak keras, 4 = *mempur* (kesat), dan 5 = sangat *mempur*

²⁾ Berupa uji deskriptif terhadap kesan berserat ubi meliputi: 1 = sangat berserat, 2 = berserat, 3 = agak berserat, 4 = tidak berserat, dan 5 = sangat tidak berserat.

Centre) agar dapat diterima karakteristik sensorinya, terutama untuk pencegahan dan pengurangan defisiensi vitamin A pada anak balita di Afrika (Cervantes-Flores *et al.* 2011; Tomlins *et al.* 2012). Sementara untuk varietas lokal yang sudah beradaptasi di lahan pasang surut, dapat digunakan sebagai tetua/bahan persilangan untuk merakit varietas yang lebih baik daya adaptasi, karakter agronomi, fisik, kimia dan sensorinya.

KESIMPULAN

Pemupukan ubi jalar varietas Beta 3 (daging umbi oranye) dengan KNO_3 2.000 l/ha menghasilkan umbi dengan tingkat kecerahan warna (L^*) paling tua dan kadar beta karoten tertinggi (7.003 $\mu\text{g}/100$ g bb), sedangkan warna daging umbi varietas lokal tidak dipengaruhi oleh pemupukan N. Interaksi varietas dan pemupukan N berpengaruh terhadap kadar abu dan pati umbi, sedangkan untuk kadar air, gula reduksi, dan amilosa, faktor genetik (varietas) lebih dominan. Pemupukan dengan pupuk kandang 5 t/ha, Phonska 300 kg/ha dan KNO_3 2.000 L/ha tidak berpengaruh terhadap kadar nitrat umbi segar, namun kombinasi ketiganya memberikan kadar nitrat lebih rendah. Kadar nitrat umbi pada penelitian ini antara 2,82-4,69 mg/kg bb masih dalam batas aman untuk konsumsi.

Varietas Beta 3 lebih disukai bentuk, warna kulit dan daging umbinya dibandingkan dengan varietas lokal. Demikian pula untuk warna, rasa, dan tekstur umbi kukusnya, sehingga varietas Beta 3 berpotensi untuk dikembangkan di lahan pasang surut. Mengingat dosis pemupukan N masih pada batas

aman untuk kadar nitrat umbi, maka masih ada peluang mengoptimalkan dosis pemupukan N pada ubi jalar di lahan pasang surut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ir. Yudi Widodo, MS dan Urip Sembodo, SP yang telah menyediakan bahan ubi jalar untuk penelitian ini serta personil Laboratorium Kimia dan Teknologi Pangan Balitkabi untuk bantuan teknisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abah J, Akan JC, Uwah EI, Ogugbuaja VO. 2008. Levels of some anions in tuber crops grown in Benue State, Nigeria. *Trends in Applied Sciences Research* 3(2): 196-202.
- Abd El-baky MMH, Ahmed AA, El_nemr MA, Zaki MF. 2010. Effect of potassium fertilizer and foliar zinc application on yield and quality of sweet potato. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 6(4): 386-394.
- Agnesa A. 2010. Methemoglobin. <http://www.kesmas-unsoed.info/2010/12/methemoglobin.html> (diakses 15 Februari 2013).
- Antarlina SS. 1997. Karakteristik ubi jalar sebagai bahan tepung dalam pembuatan kue *cake*. hlm. 188-204. Dalam: Budijanto S, Zakaria F, Dewanti-Hariyadi R, Satiawiharja B (eds). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan Denpasar 16-17 Juli 1997*. PATPI-Menpangan RI.
- Balitkabi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Balitkabi Malang.
- BPS. 2016. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- BSN. 1992. Cara uji makanan dan minuman (SNI 01-2891-1992). Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bovell-Benjamin AC. 2007. Sweet potato: A Review of its past, present, and future role in human nutrition. *Advances in Food and Nutrition Research* 52: 1-59.
- Cagampang BG, Rodriguez FM. 1980. Methods of Analysis for Screening Crops of Appropriate Qualities. Institute of Plant Breeding, University of the Philippines, Los Banos.
- Cervantes-Flores J, Sosinski B, Pecota K, Mwangi ROM, Catignani G, Truong V, Watkins R, Ulmer M, Yencho G. 2011. Identification of quantitative trait loci for dry matter, starch and β -carotene content in sweetpotato. *Molecular Breeding* 28(2): 201-216.
- Copeland L, Blazek J, Salman H, Tang MC. 2009. Form and functionality of starch. *Food Hydrocolloids* 23(6): 1527-1534.

- Du ST, Zhang YS, Kin XY. 2007. Accumulation of nitrate in vegetables and its possible implications to human health. *Agricultural Sciences in China* 6(10): 1246-1255.
- Faber M, Laurie SM, van Jaarsveld PJ. 2013. Total β -carotene content of orange sweetpotato cultivated under optimal conditions and at a rural village. *African Journal of Biotechnology* 12(25): 3947-3951.
- FAO STAT. 2013. Statistical database of food balance sheet. www.faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E. (accessed on 15th September 2015).
- Gaya UI, Alimi S. 2006. Spectrophotometric determination of nitrate in vegetables using phenol. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 10(1): 79-82.
- Ginting E, Jusuf M, Rahayuningsih St A. 2008. Sifat fisik, kimia dan sensoris delapan klon ubi jalar kuning/orange kaya beta karoten. hlm 392-405. Dalam: Saleh N, Rahmianna AA, Pardono *et al.* (eds). *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Kacang-kacangan dan Umbi-umbian: Prospek Pengembangan Agro Industri Berbasis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. BPTP Jawa Tengah – Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian – Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Solo.
- Ginting E, Utomo JS, Jusuf M. 2013. Identifikasi sifat fisik, kimia dan sensoris klon-klon harapan ubi jalar kaya beta karoten. hlm 603-614. Dalam: Rahmianna AA, Yusnawan E, Taufiq A *et al.* (eds). *Peningkatan Daya Saing dan Implementasi Pengembangan Komoditas Kacang dan Umbi Mendukung Pencapaian Empat Sukses Pembangunan Pertanian*. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi tahun 2012*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Ginting E, Yulifianti R, Jusuf M. 2014. Ubi jalar sebagai bahan diversifikasi pangan lokal. *Pangan* 23(2): 194-206.
- Ginting E. 2015. Identifikasi sifat fisiko-kimia dan komponen bioaktif aneka kacang dan umbi mendukung pelepasan varietas unggul dan penyediaan bahan baku industri pangan sehat. *Laporan Penelitian DIPA Tahun 2015*. Balitkabi Malang. 60 hlm.
- Ginting E, Yulifianti R, Jusuf M, Mejaya MJ. 2015. Identifikasi sifat fisik, kimia, dan sensoris klon-klon harapan ubi jalar ungu. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 34(1): 69-78.
- Grüneberg WJ, Manrique K, Zhang D, Hermann M. 2005. Genotype x environment interactions for a diverse set of sweetpotato clones evaluated across varying ecogeographic conditions in Peru. *Crop Science* 45(6): 2160-2171.
- Grüneberg WJ, Mwanga R, Andrade M, Espinoza J. 2009. Selection methods. Part 5: Breeding clonally propagated crops. In: Ceccarelli S, Guimaraes EP, Weltzien E (eds). *Plant Breeding and Farmer Participation*. FAO, Rome, Italy. p. 275–322.
- Hartemik AE, Johnston, O'Sullivan JNO, Poloma S. 2000. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in humid lowland of Papua New Guinea. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79(2-3): 271-280.
- Islam SN, Nusrat T, Begum P, Ahsan M. 2016. Carotenoids and β -carotene in orange-fleshed sweet potato: A possible solution to vitamin A deficiency. *Food Chemistry* 199: 628-631.
- Jaleel CA, Manivannan P, Wahid A, Farooq M, Al-juburi H, Somasundaram R, Panneerselvam R. 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology* 11(1): 100-105.
- Juliano BO. 1979. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Science Today* 16: 334-340.
- Kathabwalika DM, Chilembwe EHC, Mwale VM. 2016. Evaluation of dry matter, starch and beta-carotene content in orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) genotypes tested in three agro-ecological zones of Malawi. *African Journal of Food Science* 10(11): 320-326.
- Kim SH, Kim SK. 2003. Effect of nitrogen on cell growth and anthocyanin production in callus and cell suspension culture of 'Sheridan' grapes. *Journal of Plant Biotechnology* 4(2): 83-89.
- Koala M, Hema A, Some K, Pale E, Sereme A, Belem J, Nacro M. 2013. Effects of organic and mineral fertilizers on total antioxidant, polyphenolic and carotenoid contents of orange fleshed sweetpotato tubers. *Journal of Natural Sciences Research* 3(6): 23-30.
- Kurabachew H. 2015. The role of orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas*) for combating vitamin A deficiency in Ethiopia: A Review. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering* 5(3): 141-146.
- Kwarteng EA, Dawson EOS, Ayernor GS, Truong VD, Shih FF, Daigle K. 2014. Variability of sugars in staple-type sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivars: The effects of harvest time and storage. *International Journal of Food Properties* 17(2): 410-420.
- Laurie SM, Faber M, van Jaarsveld PJ, Laurie RN, du Plooy CP, Modisane PC. 2012. β -carotene yield and productivity of orange-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam.) as influenced by irrigation and fertilizer application treatments. *Scientia Horticulturae* 142: 180-184.

- Leighton CS, Schönfeld HC, Kruger R. 2010. Quantitative descriptive sensory analysis of five different cultivars of sweet potato to determine sensory and textural profiles. *Journal of Sensory Studies* 25(1): 2-18.
- Lidder S, Webb AJ. 2013. Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate nitrite nitric oxide pathway. *British Journal of Clinical Pharmacology* 75(3): 677-696.
- Liu SC, Lin JT, Yang DJ. 2009. Determination of cis- and trans- α and β -carotenoids in Taiwanese sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) harvested at various times. *Food Chemistry* 116(3): 605-610.
- Motsa NM, Modi AT, Mabhaudhi T. 2015. Influence of agro-ecological production areas on antioxidant activity, reducing sugar content, and selected phytonutrients of range-fleshed sweet potato cultivar. *Food Science and Technology (Campinas)* 35(1): 1-13.
- Noor M, Rahman A. 2015. Biodiversitas dan kearifan lokal dalam budidaya tanaman pangan mendukung kedaulatan pangan: Kasus di lahan rawa pasang surut. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 1(8): 1861-1867.
- Philips SB, Warren JG, Mullins GL. 2005. Nitrogen rate and application timing affect "Beauregard" sweet potato yield and quality. *HortScience* 40(1): 214-217.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2013. Ubi jalar. *Buletin Konsumsi Pangan* 4(4): 8-16.
- Santamaria P, Elia A, Serio F, Todaro E. 1999. A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. *Journal of The Science of Food and Agriculture* 79(13): 1882-1888
- Santamaria P. 2006. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of The Science of Food and Agriculture* 86(1): 10-17.
- Sattelmacher B, Horst WJ, Becker HC. 1994. Factors that contribute to genetic variation for nutrient efficiency of crop plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 157(3): 215-224.
- Sudana W. 2005. Potensi dan prospek lahan rawa sebagai sumber produksi pertanian. *Analisis Kebijakan Pertanian* 3(2): 141-151.
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Taufiq A, Wijanarko A, Suyamto. 2011. Takaran optimal pupuk NPKS, dolomit, dan pupuk kandang pada hasil kedelai di lahan pasang surut. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 30(1): 52-57.
- Tomlins K, Owori C, Bechoff A, Menya G, Westby A. 2012. Relationship among the carotenoid content, dry matter content and sensory attributes of sweet potato. *Food Chemistry* 131(1): 14-21.
- Tumwegamire S, Kapinga R, Rubaihayo PR, LaBonte DR, Grüneberg WJ, Burgos G, zum Felde T, Carpio R, Pawelzik E, Mwanga ROM. 2011. Evaluation of dry matter, protein, starch, sucrose, α -carotene, iron, zinc, calcium, and magnesium in East African Sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] germplasm. *HortScience* 46(3): 348-357.
- Ukom AN, Ojimekwe PC, Okpara DA. 2009. Nutrient composition of selected sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] varieties as influenced by different levels of nitrogen fertilizer application. *Pakistan Journal of Nutrition* 8(11): 1791-1795.
- Ukom AN, Ojimekwe PC, Alamu EO. 2011. All trans- α -carotene content of selected sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] varieties as influenced by different levels of nitrogen fertilizer application. *African Journal of Food Science* 5(3): 131-137.
- Utomo JS. 2009. *Development of Restructured Sweetpotato French-Fry-Type Product*. Thesis Doctor of Philosophy. Universiti Putra Malaysia, Malaysia
- Villagarcia MR, Collins WW, Raper Jr CD. 1998. Nitrate uptake and nitrogen efficiency of two sweetpotato genotypes during early stages of storage root formation. *Journal of The American Society for Horticultural Science* 123(5): 814-820.
- Wang ZH, Li SX, Malhi S. 2008. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *Journal of The Science of Food and Agriculture* 88(1): 7-23.
- Wang Y, Frei M. 2011. Stressed food-The impact of abiotic environmental stresses on crop quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141 (3-4): 271-286.
- Woolfe JA. 1992. *Sweet potato an untapped food resource*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Yildirim Z, Tokusoglu O, Ozturk G. 2011. Determination of sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.)] genotypes suitable to the Aegean region of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops* 16(1): 48-53.