

Variasi Morfologi dan Kandungan Beta Karoten pada Beberapa Klon Ubi Kayu Genotip Ubi Kuning Hasil Radiasi Tunas *In Vitro*

Morphological Variation and Beta Carotene Contents of Several Clones of Ubi Kuning Cassava Genotype Derived from Irradiated Shoot in vitro

Nurhamidar Rahman^{*}, Supatmi, Hani Fitriani, N Sri Hartati

Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong Bogor

*E-mail: nurhamidarr@yahoo.com

ABSTRACT

In line with the increase in cassava production and the development of nutrient-rich cassava in order to support national food diversification and biofortification programs, the selection of selected varieties of cassava varieties, which are superior in nutrients especially rich in beta carotene is very necessary. Beta carotene is an important source of antioxidants to scavenge free radicals and is a provitamin A precursor to form vitamin A. The development of superior cassava riching in beta carotene can be done through the mutation approach with gamma irradiation. The observation of changes in morphological characters and levels of beta carotene from irradiated cassava need to be done to get the superior beta carotene cassava clone candidates, which could be developed in the future. This experiment was conducted at the Biotechnology Research Center, LIPI. The sample used in this study originated from *in vitro* shoots from several Ubi Kuning clones resulting from 10 Gy radiation, which were then transferred to the field. Observations of morphological characters and levels of beta carotene of Ubi Kuning were carried out in the third generation, which was harvested at the age of 10 months. The morphological analysis of irradiated Ubi Kuning showed that there was a difference in the intensity of tuber color between some of irradiated Ubi Kuning clones compared to the control. The determination of beta carotene levels based on the standard beta carotene curve found that the highest content of beta carotene was found in the UK Rad 3.4 clone with beta carotene content of 0.252 $\mu\text{g} / \text{mL}$ compared to the control (0.219 $\mu\text{g} / \text{mL}$). The lowest beta carotene content was obtained in UK Rad 3.3 (0.048 $\mu\text{g} / \text{mL}$), followed by UK Rad 3.2 (0.221 $\mu\text{g} / \text{mL}$) and UK Rad 4.1 (0.120 $\mu\text{g} / \text{mL}$). This shows that the irradiated Ubi Kuning at dosage of 10 Gy caused variations in the intensity of tuber colors and the content of beta carotene from the cassava.

Keywords: Ubi Kuning, beta carotene, Gamma light irradiation.

PENDAHULUAN

Ubi kayu merupakan tanaman pangan non beras yang memiliki kandungan gizi yang baik diantaranya karbohidrat sebesar 34.7 gram/100g dan protein 1.2 gram/100g (Soetanto, 2008). Beberapa jenis ubi kayu yang mengandung beta karoten yaitu Ubi Kuning, Menti, Adira 1 dan Mentega 2 (Hartati *et al.*, 2014; Rahman, 2013). Beta karoten merupakan provitamin A yang dapat diubah menjadi vitamin A di dalam tubuh yang berfungsi mencegah penyakit mata karena kekurangan vitamin A (Krisno & Agustine, 2012). Beta karoten dimanfaatkan untuk berbagai fungsi metabolisme pada manusia (Hartati *et al.*, 2012). Ubi kayu dengan daging kuning diindikasikan sebagai sumber provitamin A. Provitamin A (prekursor vitamin A) berperan sebagai antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas (American Accreditation Health Care

Commission, 2011).

Reproduksi tanaman secara klonal akan menghasilkan generasi yang selalu identik dengan induknya, karena gen-gen tidak mengalami pemisahan dan perpaduan bebas seperti pada reproduksi seksual. Oleh karena itu, keragaman genetik pada tanaman ubi kayu terutama yang kaya beta karoten sangat rendah. Hal ini menunjukkan adanya peluang yang cukup besar untuk para petani dan pengusaha dalam perbanyakan bibit ubi kayu kaya beta karoten.

Pengembangan ubi kayu unggul kaya beta karoten dapat dilakukan melalui pemuliaan mutasi buatan. Induksi mutasi secara fisik dan kimiawi merupakan suatu metode yang sangat baik digunakan untuk pengembangan varietas tanaman yang diperbanyak secara vegetatif. Sinar gamma adalah salah satu mutagen fisik yang sering digunakan dalam mutagenesis tanaman. Radiasi dapat menyebabkan

terjadinya perubahan dalam komposisi basa dan berperan langsung dalam proses mutasi gen, seperti substitusi, penambahan atau hilangnya basa dalam molekul DNA (Devi & Sastra, 2006). Beberapa penelitian mengenai ubi kayu yang diradiasi menunjukkan hasil kandidat mutan yang menguntungkan diantaranya kandidat mutan yang memiliki daya hasil tinggi pada jenis ubi kayu Jamejame, Ratim, UJ-5, Malang-4, and Adira-4 (Maharani *et al.*, 2015). Lestari *et al.* (2019) juga melaporkan bahwa ubi kayu jenis Malang yang diradiasi pada dosis 30 Gy menyebabkan terjadinya perubahan morfologi batang dan daun meskipun tingkat produktivitas umbinya menurun. Namun demikian, belum banyak dilaporkan mengenai perubahan morfologi dan kandungan beta karoten dari ubi kayu jenis Ubi Kuning setelah diradiasi. Jadi, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi morfologi dan kandungan beta karoten dari Ubi Kuning hasil radiasi tunas *in vitro* pada dosis 10 Gy.

METODE

Identifikasi Morfologi Tanaman Hasil Radiasi

Lima nomor asesi Ubi Kuning yang berasal dari hasil radiasi tunas *in vitro* dengan dosis 10 Gy yaitu UK rad 1, UK rad 2, UK rad 3, UK rad 4 dan UK rad 5 diamati perubahan morfologi tanamannya setelah ditransfer di lapang. Pengamatan morfologi dilakukan pada daun dan batang. Karakter morfologi yang diamati adalah warna batang, warna daun, warna pucuk, tipe tanaman, warna petiol, jumlah cabang dan tipe batang utama berdasarkan deskripsi dari Fukuda *et al.* (2010). Lima nomor asesi tersebut kemudian diperbanyak secara stek hingga generasi ketiga dengan masing-masing asesi ada 5 stek klon dengan jumlah total 25 klon Ubi Kuning hasil radiasi 10 Gy dan 5 klon Ubi Kuning kontrol. Dari beberapa klon tersebut 5 klon Ubi Kuning hasil radiasi 10 Gy (UK rad 3.1, UK rad 3.2, UK rad 3.3, UK rad 3.4 dan UK rad 4.1) yang menghasilkan umbi pada generasi ketiga dan kontrol diamati karakter morfologi umbi dan kandungan beta karotennya setelah dipanen pada usia 10 bulan. Pengamatan berupa bentuk umbi, warna kulit luar umbi, warna lapisan korteks, warna daging umbi, lekukan umbi, permukaan kulit umbi. Visual warna umbi juga diamati pada umbi segar dan dengan mencelupkan umbi yang telah dipotong horizontal selama 2 menit di air mendidih.

Analisis kandungan beta karoten Pembuatan pati Ubi Kuning hasil radiasi

Umbi segar dari 5 klon Ubi Kuning hasil radiasi 10 Gy (UK rad 3.1, UK rad 3.2, UK rad 3.3, UK rad 3.4 dan UK rad 4.1) dibuat pati untuk diuji lebih lanjut kandungan beta karotennya. Pertama umbi kayu dikupas dan dicuci hingga bersih. Umbi yang telah

dikupas kemudian dihaluskan hingga menjadi bubur umbi. Bubur umbi kemudian ditambahkan air dan dan diremas-remas. Bubur umbi kemudian disaring dengan kain saring hingga didapat dua fraksi, yaitu suspensi hasil penyaringan dan ampasnya. Suspensi kemudian diendapkan selama 12 jam. Endapan pati diambil kemudian dikeringkan hingga kadar airnya berkurang.

Ekstraksi beta karoten pada sampel pati Ubi Kuning hasil radiasi

Ekstraksi beta karoten pada sampel dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi bertingkat (Sanusi & Adebiyi, 2009) yang sudah dimodifikasi dan dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali. Dalam satu siklus ekstraksi terdapat 3 tahapan ekstraksi dan dari setiap tahapan ekstraksi diperoleh fraksi heksan yang selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode spektrofotometri. Pengujian kandungan beta karoten dilakukan dengan menimbang sampel pati umbi 0.6 g yang kemudian ditambahkan metanol 99,8% 6 ml. Sampel dihomogenkan dengan vortex selama 20 detik. Kemudian sampel ditambahkan heksan 99% sebanyak 3 ml lalu didinginkan dalam es batu selama 10 menit. Sampel yang telah didinginkan disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 5000 rpm hingga terbentuk dua fraksi, yaitu fraksi heksan dan fraksi metanol. Fraksi metanol dan sampel ditambahkan heksan 99% sebanyak 1 ml. Kemudian dihomogenkan dengan vortex selama 20 detik dan didinginkan lagi selama 10 menit didalam es batu dan disentrifus lagi dengan kecepatan 5000 rpm. Akan didapat dua fraksi yaitu fraksi metanol dengan sampel dan fraksi heksan 2. Fraksi metanol dengan sampel ini akan menghasilkan dua fraksi bila diekstrak lagi, yaitu fraksi etanol dengan sampel dan fraksi heksan 3. Hasil dari fraksi heksan setelah proses ekstraksi dikoleksi dan digunakan untuk dilakukan analisis dengan menggunakan spektrofotometer uv – vis untuk mengetahui kandungan beta karoten.

Larutan standar beta karoten

Pembuatan larutan induk karoten 100 µg/mL dilakukan dengan menimbang 0,01 g beta karoten yang kemudian dilarutkan dengan heksana 10 ml. Larutan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu kocok hingga larutan homogen. Dari larutan induk beta karoten tersebut kemudian diambil 20 mL lalu dilarutkan dengan heksana hingga tanda batas pada labu ukur 100 mL. Dari larutan tersebut dibuat larutan standar kerja beta karoten dengan konsentrasi 0 µg/mL ; 0,5 µg/mL ; 1 µg/mL ; 1,5 µg/mL ; 2 µg/mL ; 2,5 µg/mL dan 3 µg/mL, larutan dengan heksan.

Analisa sampel dengan spektrofotometri

Sampel kemudian diuji dengan membandingkan sampel dengan larutan standar analisis kandungan beta karoten. Pengukuran kadar beta karoten ini dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 453 nm. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara kualitatif dan

kuantitatif. Data sampel hasil spektrofotometer kemudian dimasukkan dalam persamaan regresi larutan standar untuk mengetahui kandungan beta karoten dari sampel tersebut dalam µg/ml.

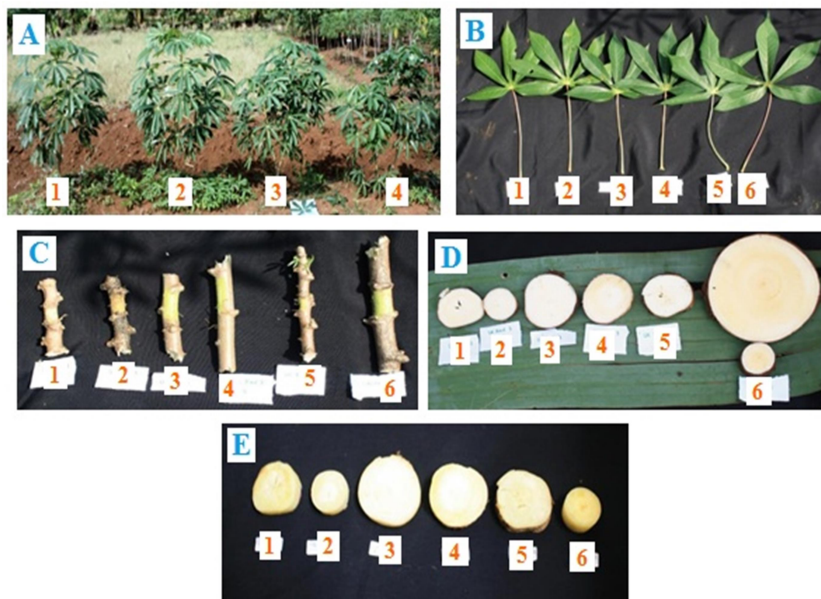
$$\mu\text{g/mL} = \frac{\left[\frac{\text{beta karoten}}{\text{ml}} \times \text{mL heksa [gram sampel]} \right]}{\text{Mr beta karoten}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Morfologi Tanaman Ubi Kuning Hasil Radiasi

Morfologi klon-klon Ubi Kuning hasil radiasi yang ditanam memiliki perbedaan karakter baik tegakan tanaman (Tabel 1) maupun umbinya (Tabel 2) jika dibandingkan dengan tanaman kontrolnya. Hal ini diduga pengaruh iradiasi sinar gamma pada dosis 10 Gy mampu menyebabkan terjadinya kerusakan pada jaringan tanaman dan atau mutasi pada tingkat selnya sehingga terjadi perubahan morfologi tanaman maupun umbinya pada beberapa klon yang diradiasi. Menurut Soeranto (2003), abnormalitas pada populasi yang diradiasi menunjukkan terjadinya perubahan besar pada tingkat genom, kromosom dan DNA, sehingga proses fisiologi di dalam sel yang dikendalikan

secara genetik menjadi tidak normal. Perbedaan morfologi tersebut terdapat pada karakter seperti warna petiol, jumlah cabang, tipe batang utama, warna kulit luar umbi, dan permukaan kulit umbi. Lebih lanjut, warna batang muda dan tipe tanaman dari Ubi Kuning hasil radiasi memiliki warna yang sama dengan tanaman kontrolnya yaitu masing-masing hijau muda dan bercabang. Namun demikian, dari jumlah cabangnya ubi kayu yang diradiasi memiliki cabang lebih sedikit sekitar 1-2 cabang dibanding kontrol sebanyak 3 cabang. Selain itu, batang utama yang tumbuh lebih banyak sekitar lebih dari 4 batang utama daripada tanaman kontrolnya sekitar 1-2 batang utama (Gambar 1A). Warna petiol pada tanaman yang diradiasi bervariasi mulai dari hijau kemerahan, hijau dengan kemerahan dekat batang atau daun yang berbeda dengan tanaman kontrolnya yaitu merah sepanjang tangkai daun (Gambar 1B). Respon tanaman terhadap perlakuan iradiasi sinar gamma bersifat individual, namun secara gambaran umum pada beberapa parameter menunjukkan terjadinya perubahan (Widiastuti *et al.*, 2010).



Gambar 1. Identifikasi morfologi tanaman Ubi Kuning hasil radiasi 10 Gy. (A) Penampakan keseluruhan tanaman ubi kayu, UK Rad 3 (1,2), UK Rad 4 (3), Kontrol (4); (B) Penampakan variasi daun klon UK Rad 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 (No: 1,2,3,4), UK Rad 4.1 (No. 5), Kontrol (No. 6); (C) Penampakan variasi batang klon UK Rad 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 (No: 1,2,3,4), UK Rad 4.1 (No. 5), Kontrol (No. 6) ; (D) Penampakan variasi warna daging umbi segar dari klon UK Rad 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 (No: 1,2,3,4), UK Rad 4.1 (No. 5), Kontrol (No. 6); (E) Penampakan warna umbi setelah direbus dari klon UK Rad 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 (No: 1,2,3,4), UK Rad 4.1 (No. 5), Kontrol (No. 6)

Tabel 1. Karakter morfologi tanaman Ubi Kuning yang di radiasi sinar gamma 10 Gy di lapang umur 10 bulan

Klon	Warna batang		Warna daun		Warna pucuk	Tipe tanaman	Warna petiol	Jumlah cabang	Tipe batang utama
	Muda	tua	muda	Tua					
UK Rad1	Hijau muda	coklat	coklat	Hijau tua	coklat	bercabang	Merah kehijauan	1	4 bagian
UK Rad2	Hijau muda	coklat	coklat	Hijau tua	coklat	bercabang	Hijau dengan kemerahan dekat batang	2	4 bagian
UK Rad3	Hijau muda	Abu-abu	Ungu muda	Hijau tua	Ungu muda	bercabang	Merah kehijauan	2	> 4
UK Rad4	Hijau muda	coklat	coklat	Hijau tua	coklat	bercabang	Hijau dengan kemerahan dekat daun	2	4 bagian
UK Rad5	Hijau muda	coklat	coklat	Hijau tua	coklat	bercabang	Hijau dengan kemerahan dekat daun	2	2 bagian
UK K1	Hijau muda	coklat	Hijau keunguan	Hijau tua	Coklat tua	bercabang	Merah sepanjang tangkai daun	2	2 bagian
UK K2	Hijau muda	coklat	coklat	Hijau tua	coklat	Bercabang	Merah sepanjang tangkai daun	3	1 bagian
UK K3	Hijau muda	coklat	Ungu	Hijau tua	coklat	bercabang	Merah sepanjang tangkai daun	3	1 bagian
UK K4	Hijau muda	coklat	coklat	Hijau tua	coklat	bercabang	Merah sepanjang tangkai daun	3	2 bagian-
UK K5	Hijau muda	Coklat	Ungu muda	Hijau tua	Ungu muda	bercabang	Merah sepanjang tangkai daun	2	2 bagian

Keterangan: pengamatan karakter morfologi tanaman ini dilakukan pada lima asesi Ubi Kuning hasil radiasi sebelum diperbanyak steknya menjadi beberapa klon sampai tiga generasi

Selain itu, karakter morfologi umbi, Ubi Kuning hasil radiasi terlihat berbeda dengan kontrol terutama dari intensitas warna umbinya (Tabel 2 dan Gambar 1). Secara umum, umbi Ubi Kuning memiliki warna kuning yang lebih terang. Daging umbinya berwarna kuning terang, warna kulit luar berwarna cokelat terang. Di bagian tengah daging umbi terdapat suatu jaringan yang tersusun dari serat. Antara kulit dalam dan daging umbi terdapat lapisan kambium (Arnata, 2009). Pada penelitian ini, beberapa klon umbi ubi Kuning hasil radiasi *in*

vitro 10 Gy memiliki intensitas warna umbi yang berbeda dibandingkan dengan kontrol. Ubi Kuning klon 1 memiliki warna kuning yang tidak begitu terang dibanding dengan kontrol. Ubi Kuning klon 2 memiliki warna kuning yang memudar dibanding dengan kontrol. Sedangkan ubi kuning klon 3 memiliki warna kuning keputihan dibanding dengan kontrol dan ubi kuning klon 4 memiliki warna kuning memudar dibanding dengan kontrol (Gambar 1).

Perbedaan morfologi umbi juga dapat

diamati ketika ubi kayu telah dicelupkan pada air panas selama 2 menit. Semakin kuning warna ubi kayu Kuning maka kandungan beta karotennya juga semakin tinggi dan sebaliknya. Dengan demikian, ubi kayu Kuning hasil radiasi memiliki intensitas warna yang lebih pudar dibandingkan dengan kontrol. Perbedaan tersebut dimungkinkan karena pengaruh dari radiasi. Radiasi dapat menyebabkan mutasi dan meningkatkan variasi genetik. Sel yang dapat bertahan hidup dengan baik sesudah penyinaran akan mengalami beberapa perubahan secara fisiologis atau genetik. Perubahan ini dapat menghasilkan tanaman yang unggul dari sebelumnya. Keberhasilan mutasi dapat diamati melalui perubahan morfologi, anatomi, maupun pada tingkat DNA (Harahap, 2005). Teknologi perbanyakan tanaman melalui induksi iradiasi dengan sinar

gamma diharapkan dapat meningkatkan keragaman genetik pada tanaman ubi kayu yang tidak memungkinkan dengan persilangan.

Uji Kandungan Beta Karoten

Beta karoten merupakan komponen yang paling penting dalam makanan yang berwarna jingga. Beta karoten terdiri atas dua grup retinil, yang di dalam mukosa usus kecil akan dipecah oleh enzim beta karoten dioksigenase menjadi retinol, yaitu sebuah bentuk aktif dari vitamin A. karoten dapat disimpan dalam bentuk provitamin A dan akan diubah menjadi vitamin A sesuai kebutuhan (Astawan, 2008). Pada penelitian ini, penentuan kadar beta karoten dilakukan pada beberapa klon sampel Ubi Kuning hasil radiasi *in vitro* 10 Gy. Sampel yang digunakan diberi kode yaitu; UK Rad 4.1 ; UK Rad 3.1; UK Rad 3.2 ; UK Rad 3.3 ; UK Rad 3.4; UK Kontrol 1.

Tabel 2. Karakter morfologi umbi Ubi Kuning yang di radiasi sinar gamma 10 Gy setelah dipanen umur 10 bulan

Klon	Bentuk umbi	Warna kulit luar umbi	Warna lapisan korteks	Warna daging	Lekukan umbi	Permukaan kulit umbi
UK Rad1	Kerucut silindris	Coklat terang	krem	Kuning	Tidak ada	Bersisik dan halus
UK Rad2	gelondong	Coklat terang	krem	Kuning	Tidak ada	Bersisik dan halus
UK Rad3	Kerucut silindris	Coklat terang	krem	kuning	Tidak ada	Bersisik dan halus
UK Rad4	Kerucut silindris	Coklat terang	krem	Kuning	Tidak ada	Bersisik dan halus
UK Rad5	Kerucut silindris	Coklat terang	krem	Kuning	Tidak ada	Bersisik dan halus
UK K1	Kerucut silindris	Coklat gelap	krem	Kuning	Tidak ada	Bersisik dan kasar
UK K2	Kerucut silindris	Coklat gelap	krem	Kuning	Tidak ada	Bersisik dan kasar
UK K3	Kerucut silindris	Coklat gelap	krem	Kuning	Tidak ada	Bersisik dan kasar
UK K4	Kerucut silindris	Coklat gelap	krem	Kuning	Tidak ada	Bersisik dan kasar
UK K5	Kerucut silindris	Coklat gelap	krem	Kuning	Tidak ada	Bersisik dan kasar

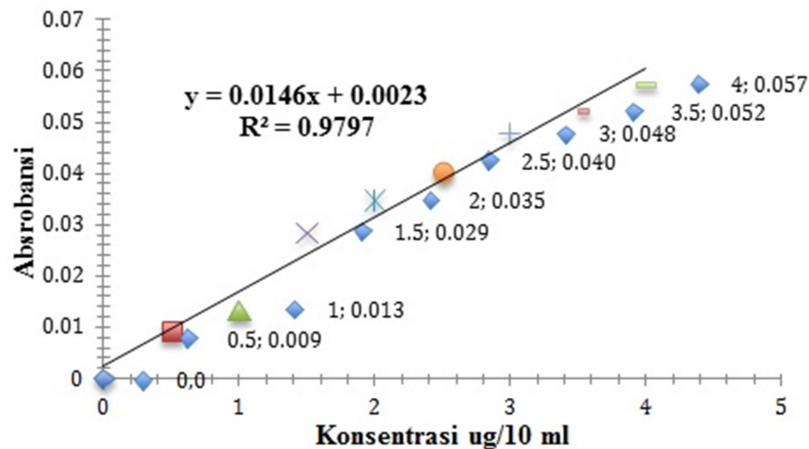
Keterangan: pengamatan karakter morfologi umbi ini dilakukan pada lima asesi Ubi Kuning hasil radiasi sebelum diperbanyak steknya menjadi beberapa klon sampai tiga generasi

Dalam penelitian ini dilakukan percobaan 3 panjang gelombang untuk menentukan pada panjang gelombang mana yang maksimal diserap oleh beta karoten. Pengukuran tersebut dilakukan pada panjang gelombang 400 nm, 453 nm dan 500 nm. Dari hasil yang didapat maka serapan beta karoten yang maksimum yaitu pada panjang gelombang 453 nm. Hal ini bersesuaian dengan Octaviani *et al.* (2014)

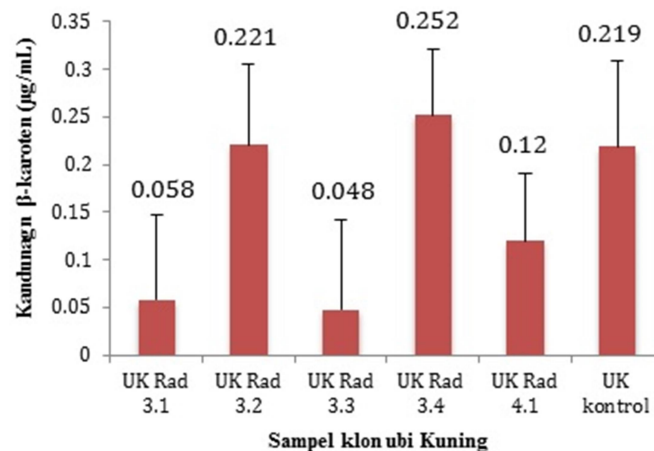
yang menyatakan bahwa pada panjang gelombang tersebut merupakan serapan panjang gelombang maksimum untuk penetapan kadar beta karoten pada cabai. Berdasarkan data hasil pengukuran (data tidak ditampilkan) diperoleh persamaan regresi linier yang menyatakan hubungan antara konsentrasi larutan beta karoten standar dengan serapan yaitu $Y = 0.0146x + 0.0023$ dengan regresi

$R^2 = 0.980$ dimana Y adalah serapan dan X adalah konsentrasi dalam $\mu\text{g/mL}$ (Gambar 2). Setelah dibandingkan dengan koefisien korelasi (r) tabel = 0,959 dengan taraf kepercayaan 99% ternyata r hitung $>$ r tabel yang menunjukkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara

konsentrasi larutan beta karoten standar dengan serapan sehingga dapat digunakan untuk penetapan kadar beta karoten dalam sampel. Hal ini dapat dilihat dari grafik kurva baku beta karoten standar yang berbentuk garis lurus.



Gambar 2. Kurva hubungan antara konsentrasi larutan beta karoten standar dengan serapan yang diukur pada panjang gelombang 453 nm.



Gambar 3. Kandungan beta karoten dari pati klon Ubi Kuning hasil radiasi tunas *in vitro* 10 Gy.

Keterangan: Garis bar menunjukkan standar deviasi dari rata-rata hasil pengukuran beta karoten yang dilakukan sebanyak 2 kali pengulangan pengukuran secara teknis dengan spektrofotometri.

Dari hasil penetapan kadar beta karoten sampel berdasarkan kurva standar beta karoten didapatkan bahwa kandungan beta karoten yang tertinggi terdapat pada sampel UK Rad 3.4 dengan kandungan beta karoten sebesar $0,252 \mu\text{g/mL}$ dibandingkan dengan kontrol $0,219 \mu\text{g/mL}$. Sampel yang mempunyai kandungan beta karoten paling sedikit yaitu

sampel UK Rad 3.3 yaitu sebesar $0,048 \mu\text{g/mL}$, UK Rad 3,2 sebesar $0,221 \mu\text{g/mL}$ dan UK Rad 4.1 sebesar $0.120 \mu\text{g/mL}$.

Hal ini menunjukkan bahwa ubi Kuning hasil radiasi 10 Gy menyebabkan terjadinya variasi kandungan beta karoten dari ubi kayu tersebut. Menariknya, klon ubi Kuning Rad 3.4 memiliki kandungan beta karoten yang lebih

tinggi dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan beberapa klon lain menunjukkan adanya perubahan kandungan beta karoten yang lebih rendah dari kontrol. Hal ini bersesuaian dengan hasil pengamatan morfologi warna daging umbi dari beberapa klon ubi kayu. Tingginya kadar beta karoten pada Ubi Kuning radiasi dari klon 3.4 diduga mempunyai derajat kekuningan yang lebih pekat dibanding klon lainnya. Hasil ini dimungkinkan ada kaitannya langsung dengan derajat kekuningan pada Ubi Kuning dengan kadar beta karoten, semakin kuning warna umbinya maka semakin tinggi kadar beta karoten. Hal ini bersesuaian dengan Moorthy *et al.* (1990) yang meneliti variasi 21 klon ubi kayu yang memiliki intensitas warna daging umbi dari kekuningan sampai kuning dan melaporkan bahwa semakin kuning warna dari daging umbi ubi kayu, semakin tinggi kandungan beta karotennya.

KESIMPULAN

Kandungan beta karoten tertinggi terdapat pada klon Ubi Kuning 3.4 dibandingkan dengan klon lainnya. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengamatan secara morfologi pada umbi pada beberapa klon yang intensitas warna kuningnya lebih besar dibanding dengan kontrol. Perlakuan radiasi sinar gamma pada tunas *in vitro* pada beberapa Ubi Kuning dengan dosis 10 GY menyebabkan terjadinya variasi morfologi tanaman dari Ubi Kuning hasil radiasi baik dari segi batang, daun, umbi dan intensitas warna umbi serta penurunan maupun peningkatan kandungan beta karoten umbi yang berkisar dari 0,12 µg/mL sampai dengan 0,252 µg/mL dibandingkan dengan kontrol (0,219 µg/mL).

DAFTAR PUSTAKA

- American Accreditation Health Care Commission, 2011, *Vitamin A Vitamin C*, U.S. National Library of Medicine & National Institutes of Health, Bethesda.
- Astawan M. 2008. Khasiat warna-warni makanan. Gramedia Pustaka Utama.
- Devi L & Sastra, DR. 2006. Pengaruh Radiasi Sinar Gamma terhadap Kultur *in vitro* Tanaman Jahe. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. **8**(1): 7-14.
- Harahap F. 2005. *Induksi Variasi Genetik Tanaman Manggis (Garcinia mangostana) dengan Radiasi Sinar Gamma*. Disertasi. ITB. Bogor.
- Hartati S, Fitriani H, Supatmi S & Sudarmonowati E. 2012. Karakter Umbi & Nutrisi Tujuh Genotip Ubi Kayu (*Manihot esculenta*). *Agricola*, **2**(2), 101-110.
- Hartati NS, Fitriani H, Fathoni A, Hartati, Rahman N, Wahyuni & Sudarmonowati E. 2014. Budidaya Ubi Kayu Tinggi Beta Karoten dan 63 Prospek Pemanfaatannya. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Unggulan Bidang Pangan Nabati*. Cibirong. LIPI.
- Krisno MA & VV Agustine. 2012. Ubi Jalar Jingga atau Merah (*Ipomea trifida*) Sumber Beta-Karoten Mempengaruhi Fungsi Mata. <https://aguskrisnoblog.wordpress.com/2012/06/28/ubi-jalar-jingga-atau-merah-ipomoea-trifida-suber-brta-karoten-mempengaruhi-fungsi-mata/>. (diakses 17 Oktober 2019)
- Lestari T, Mustikarini, ED, Apriyadi, R, & Anwar S. 2019. Early stability test of mutant candidates of Bangka local cassava, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. **20**(1): 337-342.
- Maharani S, Khumaida N, Syukur M & Ardie SW. 2015. Radiosensitivitas dan Keragaman Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Hasil Iradiasi Sinar Gamma. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. **43**(2):111-117.
- Moorthy SN, Jos JS, Nair RB & Sreekumari MT. 1990. Variability of β-carotene Content in Cassava Germplasm. *Food Chemistry*. **36**(3):233-236.
- Octaviani T, Any G & Susanti H. 2014. Penetapan Kadar β-Karoten Pada Beberapa Jenis Cabe (Genus *Capsium*) Dengan Metode Spektrofotometri Tampak. *Jurnal Pharmacia*, **4**(2): 101-109.
- Rahman N. 2013. Daya Hidup dan Pertumbuhan Kultur *In Vitro* Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) Genotip Ubi Kuning Hasil Radiasi. *Prosiding Seminar Nasional Riset Pangan, Obat-obatan, Pangan dan Lingkungan Untuk Kesehatan*. **1**(4):409-414.
- Sanusi RA & Adebisi AE. 2009. Beta carotene content of commonly consumed foods and soups in Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* **8**(9):1512-1516.
- Soeranto H. 2003. Peran Iptek Nuklir dalam Pemuliaan Tanaman untuk Mendukung Industri Pertanian. Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi. Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Jakarta.

- Soetanto E. 2008. Tepung Kasava dan Olahannya. Yogyakarta: Kanisius.
- Widiastuti A, Sobir & Suhartanto MR. 2010. Analisis Keragaman Manggis (*Garcinia mangostana*) Diiradiasi dengan Sinar Gamma Berdasarkan Karakteristik Morfologi dan Anatomi. *Nusantara Bioscience*.**2**:23-33.