

PENGHAMBATAN AKTIVITAS ENZIM α -GLUKOSIDASE OLEH EKSTRAK KASAR ANTOSIANIN UBI JALAR UNGU SEGAR DAN PRODUK OLAHANNYA

(Inhibition Activity of α -Glucosidase by Anthocyanin Crude Extract from Purple Sweet Potato and Its Products)

Siti Nurdjanah, Nati Yuliana, Danita Aprisia, Azhari Rangga

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung,

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung,

Lampung, 35145 Indonesia

Email: siti.nurdjanah@fp.unila.ac.id

Naskah diterima 11 Februari 2019, revisi akhir 11 Mei 2019 dan disetujui untuk diterbitkan 08 Oktober 2019

ABSTRAK. Ubi jalar ungu merupakan salah satu sumber antosianin yang berpotensi menormalkan kadar gula darah penderita diabetes karena dapat menghambat enzim α -glukosidase. Ubi jalar ungu segar mudah mengalami kerusakan, sehingga pengolahan dalam bentuk tepung atau keripik merupakan suatu alternatif untuk memperpanjang masa simpan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan total fenol, total antosianin serta penghambatan enzim α -glukosidase oleh ekstrak kasar antosianin dari ubi jalar ungu segar, tepung ubi jalar ungu konvensional dan yang termodifikasi secara fisik serta keripik ubi jalar ungu. Pengujian total fenol, antosianin dan penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total fenol, antosianin dan penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase dari ekstrak kasar antosianin menggunakan larutan asam pada ubi jalar ungu segar berturut-turut sebesar 291,7 mg GAEs/100 g, 122,1 mg/100 g; 41,73%; tepung ubi jalar sebesar 212,1 mg GAEs/100 g, 171,3 mg/100 g; 37,61%; tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten (TP) sebesar 182,5 mg GAEs/100 g, 141,1 mg/100 g; 65,59%; tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi parsial (TG) sebesar 193,5 mg GAEs/100 g, 139,4 mg/100 g; 39,91%; dan keripik ubi jalar ungu (KU) sebesar 299,5 mg GAEs/100 g, 203,6 mg/100 g; 44,73%. Kemampuan antosianin dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase dapat ditingkatkan melalui proses retrogradasi pati dalam ubi dan penggorengan ubi jalar ungu menjadi keripik.

Kata kunci: α -glukosidase, antosianin, diabetes mellitus, ubi jalar ungu

ABSTRACT. Purple sweet potato is one of the anthocyanin sources that potential to normalize blood sugar levels in diabetics because it can inhibit α -glucosidase. Since it easily damaged, processing into flour or chips is an alternative to extend the shelf life. This study aimed to determine the content of total phenol, total anthocyanin and inhibition of the α -glucosidase enzyme by crude anthocyanin extract from fresh purple sweet potato, conventional and modified flour and chips. Testing of total phenol, anthocyanin and inhibition of α -glucosidase enzyme activity were carried out using the spectrophotometric method. The results showed that total phenol, anthocyanin and inhibition of α -glucosidase enzyme activity from crude anthocyanin extracts using acid solutions in fresh purple sweet potato were respectively 291.7 mg GAEs/100g, 122.1 mg/100 g; 41.73%; sweet potato flour at 212.1 mg GAEs/100 g, 171.3 mg/100 g; 37.61%; purple sweet potato flour rich in resistant starch of 182.5 mg GAEs/100 g, 141.1 mg/100 g; 65.59%; purple sweet potato flour partially gelatinized of 193.5 mg GAEs/100 g, 139.4 mg/100 g; 39.91%; and purple sweet potato chips of 299.5 mg GAEs/100 g, 203.6 mg/100 g, 44.73%. The ability of anthocyanin to inhibit the activity of the α -glucosidase enzyme could be increased through the retrogradation of starch and frying into chips.

Keywords: α -glucosidase, anthocyanin, diabetic, purple sweet potato

1. PENDAHULUAN

Ubi jalar ungu (UJU) dikenal mengandung antosianin yang sifatnya berbeda dengan antosianin dari komoditas lainnya (Harada *et al.*, 2004). Senyawa antosianin pada ubi jalar ungu kultivar *Ayamurasaki* memiliki lebih dari delapan molekul dengan struktur monoasilasi dan diasilasi atau diasilasi dari 3-(2-glukosil) glukosil-5-glukosil sianidin dan 3-(2-glukosil) glukosil-5-glukosil peonidin (Otake *et al.*, 1992; Goda *et al.*, 1997; Terahara *et al.*, 1999). Perbedaan struktur ini mengakibatkan perbedaan pada karakteristik antosianin lainnya seperti stabilitas terhadap pH dan temperatur selama pengolahan (Tsukui *et al.*, 1999). Warna daging umbi dari ubi jalar ungu berkorelasi dengan kandungan antosianin, semakin pekat warna ungu maka semakin tinggi kandungan antosianin umbi.

Potensi antosianin dari UJU sebagai bioaktif yang berperan dalam kesehatan telah banyak dilaporkan. Senyawa antosianin yang terdapat pada ubi jalar ungu dapat berfungsi sebagai antioksidan (Jiao *et al.*, 2012), antimutagenik (Yamakawa & Yashimoto, 2002), antihipertensi (Oki *et al.*, 2016) dan antidiabetik (Terahara *et al.*, 2004). Antosianin juga dilaporkan dapat berfungsi sebagai bahan pewarna pangan maupun non pangan yang stabil (Bridgers *et al.*, 2010; Khoo *et al.*, 2017).

UJU segar mudah mengalami kerusakan selama penyimpanan. Oleh karena itu pengolahannya menjadi tepung konvensional maupun tepung termodifikasi menjadi pilihan untuk memperpanjang masa simpan. Pembuatan tepung secara konvensional biasanya dilakukan dengan cara pengupasan, pengecilan ukuran, diikuti pengeringan dan penepungan menggunakan *hammer mill*. Tepung termodifikasi pada prinsipnya memodifikasi struktur komponen utama penyusun tepung yaitu selulosa dan pati menggunakan berbagai teknik, antara lain fermentasi (Subagio, 2008), penambahan bahan kimia (Tetchi *et al.*, 2007, Yadav *et al.*, 2007), atau secara fisik melalui perlakuan panas dan kadar air (Pranoto *et*

al., 2009), pemanasan/ pendinginan/ retrogradasi (Nurdjanah *et al.*, 2017).

Mekanisme antosianin sebagai antioksidan adalah dengan menstabilkan radikal bebas dan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas serta menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas (Winarsi, 2007). Radikal bebas dapat terbentuk karena terjadi tekanan oksidatif dalam tubuh dan mempengaruhi kerja insulin sehingga kinerja insulin tidak akan maksimal dalam menurunkan glukosa dalam darah (Setiawan & Suhartono, 2005). Nurhamidah & Erawati (2014) juga menyatakan bahwa konsumsi ekstrak ubi jalar ungu mampu menurunkan kadar glukosa darah pada tikus putih jantan sebesar 35,75 mg/dl. Herawati (2013) melaporkan pemberian ekstrak antosianin dosis 100 mg/kg selama 35 hari lebih efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah pada tikus hiperglikemia. Ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L) mempunyai aktivitas penghambatan terhadap enzim α -glukosidase dengan nilai inhibisi sebesar 51,18% pada konsentrasi 25 ppm (Elmaniar & Muhtadi, 2017).

Hasil olahan ubi jalar ungu yang umum di masyarakat seperti keripik, ubi kukus, ubi goreng dan lainnya dikhawatirkan dapat mempengaruhi stabilitas antosianin. Hong & Koh (2015) menyatakan bahwa efek pengolahan panggang, kukus dan rebus mengakibatkan penurunan antosianin masing-masing sebesar 42%, 34% dan 29% pada ubi jalar ungu Sinjami. Husna *et al.* (2013) melaporkan bahwa pengolahan ubi jalar ungu menjadi keripik menyebabkan kehilangan kadar antosianin yang tinggi yaitu sebesar 88,47% pada ubi jalar ungu muda dan 85,21% pada ubi jalar ungu pekat. Penurunan kadar antosianin yang tinggi diduga disebabkan oleh penggunaan suhu tinggi yaitu suhu didih minyak dengan ukuran bahan yang sangat tipis.

Husna *et al.* (2013) dalam penelitiannya juga melaporkan bahwa produk olahan tepung ubi jalar yang diproses secara tradisional melalui penjemuran mengakibatkan kehilangan

antosianin mencapai 78,45% pada ubi jalar ungu pekat dan 86,95% pada ubi jalar ungu muda. Kehilangan antosianin terutama terjadi pada proses perendaman dan pengeringan di bawah sinar matahari secara konvensional dalam waktu yang relatif lama (± 2 hari). Nollet (1996) menyatakan bahwa stabilitas antosianin dipengaruhi oleh cahaya dan oksigen. Winarti, *et al.* (2008) melaporkan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan maka stabilitas warna antosianin akan semakin rendah sehingga warna merah pada ekstrak ubi jalar akan berkurang.

Saat ini publikasi tentang kandungan total fenol, total antosianin serta penghambatan enzim α -glukosidase oleh ekstrak kasar antosianin yang dari tepung UJU termodifikasi masih sangat minim. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengkaji apakah senyawa antosianin pada ubi jalar ungu dan produk olahannya tersebut masih memiliki kemampuan dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase. Tepung UJU termodifikasi secara fisik yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tepung UJU yang telah mengalami gelatinisasi sebagian dan tepung UJU yang dikondisikan mengalami retrogradasi akibat proses pemanasan dan pendinginan untuk meningkatkan kandungan pati resistennya.

2. METODE PENELITIAN

Bahan utama dalam penelitian ini adalah umbi ubi jalar ungu lokal yang diperoleh dari pasar tradisional Way Kandis, Bandar Lampung. Bahan yang dibutuhkan untuk analisis antara lain buffer fosfat pH 6.8, buffer KCl pH 1.0, buffer Na-Asetat pH 4.5, natrium karbonat (*Merck*, Jerman), substrat PNPG (*p*-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside) (*Sigma Aldrich*, Swiss), enzim α -glukosidase (E.C. 3.2.1.20, *Sigma Aldrich*), akuades, reagen Folin-Ciocalteu (*Merck*, Jerman), asam galat (*Merck*, Jerman) dan asam sitrat.

Peralatan yang digunakan adalah *grinder*, *oven blower*, *hot plate*, *hammer mill*, ayakan 80 mesh, lemari pendingin, neraca analitik (*Shimadzu* AY220), vorteks, pH-meter, corong *Bunchner*,

inkubator, alat sentrifugasi (*Thermolyne Maxi Mix Plus*), mikro pipet, spektrofotometer (*Thermo Scientific Genesys 20*, USA), *shaker* (*Thermo Fisher Scientific*) dan peralatan gelas.

Rancangan Percobaan

Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non-faktorial dengan 4 kali ulangan. Penelitian dilakukan dengan 5 variasi perlakuan yaitu ubi jalar ungu segar (US), tepung ubi jalar ungu (TU), tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten (TP), tepung ubi jalar ungu gelatinisasi parsial (TG) dan keripik ubi jalar ungu (KU). Kehomogenan data dianalisis dengan uji *Bartlett* dan kemenambahan data diuji dengan uji *Tukey*. Data yang homogen kemudian dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan. Data dianalisis lebih lanjut menggunakan uji *Duncan*.

Persiapan Sampel

Selain UJU segar, sampel produk olahan UJU yang dipilih dalam penelitian ini adalah tepung UJU konvensional, tepung UJU kaya pati resisten, tepung UJU tergelatinisasi sebagian dan keripik UJU. Produk-produk ini dipilih karena mewakili pengaruh penggunaan berbagai temperatur (suhu proses retrogradasi 5 °C, suhu proses pengeringan 60 °C, suhu proses gelatinisasi sebagian 90 °C dan suhu penggorengan 175 °C) yang diharapkan sesuai dengan aplikasi UJU pada pengolahan.

Penyiapan Tepung Ubi Jalar Ungu

Pembuatan tepung ubi jalar ungu secara konvensional dilakukan menggunakan metode Nurdjanah & Yuliana (2013). Tahapan pembuatan ubi jalar ungu diawali dengan pemilihan ubi jalar ungu atau sortasi, pencucian, penirisan, pengupasan kulit, penimbangan, pengirisan, pengeringan, penepungan dan pengayakan. Ubi jalar ungu disortasi dan dicuci hingga bersih, kemudian ditiriskan. Selanjutnya, ubi jalar ungu dikupas dan diiris dengan ketebalan 1 mm. Ubi jalar ungu yang telah disawut selanjutnya

ditimbang sebanyak 200 g dan dikeringkan dengan oven pada suhu 60 °C hingga kering. Setelah didinginkan, ubi jalar kering ditepungkan dengan menggunakan *hummer mill* dan diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh.

Penyiapan Tepung Ubi Jalar Ungu Kaya Pati Resisten

Pembuatan tepung ubi jalar ungu termodifikasi kaya pati resisten dilakukan dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Nurdjanah & Yuliana (2015). Ubi jalar ungu yang telah disortasi disiapkan, kemudian ubi dicuci sampai bersih dan ditiriskan. Selanjutnya, kulit ubi dikupas lalu diiris dengan ketebalan 1 mm dan diambil sebanyak 200 g. Setelah itu dipanaskan dengan menggunakan alat pemanas berputar pada suhu 90 °C selama 25 menit. Setelah proses pemanasan, selanjutnya sampel dikeluarkan dan didinginkan pada suhu ruang. Sampel kemudian disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu 5 °C selama 48 jam lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 60 °C hingga kering. Setelah sampel kering dilakukan penepungan dengan menggunakan *hummer mill* dan diayak dengan ayakan 80 mesh.

Penyiapan Tepung Ubi Jalar Ungu Gelatinisasi Sebagian

Tepung ubi jalar ungu gelatinisasi sebagian dibuat menurut metode yang dikembangkan oleh Hidayat, *et al.* (2009) dengan beberapa modifikasi. Pembuatan tepung gelatinisasi sebagian diawali dengan sortasi, kemudian ubi dicuci sampai bersih dan ditiriskan. Ubi sebanyak 200 g kemudian diiris dengan ketebalan 1 mm dan dilanjutkan dengan proses pemanasan menggunakan alat pemanas berputar pada suhu 90 °C selama 25 menit. Setelah dipanaskan, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C sampai kering. Selanjutnya ubi jalar kering dibiarkan dingin kemudian ditepungkan dengan menggunakan *hummer mill* dan diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh.

Penyiapan Keripik Ubi Jalar Ungu

Pembuatan keripik ubi jalar ungu diawali dengan proses sortasi. Ubi jalar ungu kemudian dikupas dan dicuci hingga bersih. Ubi jalar ungu selanjutnya diiris dengan ketebalan ± 2 mm, lalu ditimbang sebanyak 200 g. Setelah itu, irisan ubi jalar ungu digoreng menggunakan minyak goreng sampai keripik matang, kemudian ditiriskan dan dikemas (Husna *et al.*, 2013).

Penyiapan Ekstrak Sampel

Penyiapan ekstrak sampel dilakukan dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Saona *et al.* (2001) dengan beberapa modifikasi. Sampel UJU segar yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 62,5 g, atau setara dengan 25 g tepung UJU. Selanjutnya ditambahkan larutan asam sitrat 0,2% sampai 250 mL. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam *shaker* selama 24 jam pada ruang gelap dan suhu ruang (20 °C). Sampel lalu disaring dengan corong *Buchner* yang dibantu dengan pompa vakum sehingga semua cairan tersaring semaksimal mungkin.

Pengujian Total Fenol

Analisa total fenol dilakukan berdasarkan metode spektrofotometri menggunakan reagen *Folin Ciocalteu* yang dikembangkan oleh Ismail, *et al.* (2012) yang telah dimodifikasi. Reagen *Folin Ciocalteu* akan mengoksidasi gugus fenolik hidroksil menjadi fosfatoglutamat-fosfomolibdat berwarna biru. Kehadiran senyawa fenol ditandai dengan perubahan warna larutan dari hijau kekuningan (warna reagen *Folin Ciocalteu*) menjadi warna biru. Sampel ekstrak disiapkan sebanyak 0,2 mL ditambah dengan 0,2 mL akuades dan 0,2 mL reagen *Folin Ciocalteu* dan kemudian divorteks selama 1 menit. Setelah itu, ditambah dengan 4 mL larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) 2% dan divorteks kembali selama satu menit lalu didiamkan dalam ruang gelap pada suhu kamar selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi sampel pada panjang gelombang 760 nm.

Apabila nilai absorbansi tidak terbaca, maka sampel uji terlebih dahulu dilakukan pengenceran dengan pengenceran tingkat 1 (1/10). Selain itu, disiapkan blanko dengan prosedur yang sama seperti prosedur untuk sampel. Kurva standar disiapkan dengan cara menimbang asam galat sebanyak 1 mg dan dilarutkan dalam akuades sampai volume 100 mL. Selanjutnya dibuat seri pengenceran larutan induk asam galat 0% (0 mg/mL), 20% (0,002 mg/mL), 40% (0,004 mg/mL), 60% (0,006 mg/mL), 80% (0,008 mg/mL) dan 100% (0,01 mg/mL) dan dilakukan perlakuan seperti sampel. Hasil pembacaan absorbansi diplotkan sebagai absis dan konsentrasi asam galat sebagai ordinat. Persamaan kurva standar yang digunakan yaitu:

$$Y = ax + b \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

Y= absorbansi sampel

a = gradien

x = konsentrasi ekivalen asam galat

c = intersep

Pengujian Total Antosianin

Pengukuran total konsentrasi antosianin menggunakan metode spektrofotometri dengan perbedaan pH yang dikembangkan oleh Giusti & Wrolstad (2001) dan Hosseinian *et al.* (2008). Dua buah tabung reaksi disiapkan, tabung pertama untuk larutan buffer KCl pH 1.0 dan tabung kedua untuk larutan buffer Na-Asetat pH 4.5. Selanjutnya ekstrak sampel dimasukkan sebanyak 1 mL (10% v/v) pada setiap tabung dan diencerkan menggunakan larutan buffer masing-masing sampai volume 10 mL (Faktor pengenceran = 10). Sampel hasil pengenceran masing-masing dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 500 nm dan 700 nm. Penentuan nilai absorbansi digunakan persamaan berikut:

$$A = (A_{\lambda \text{ vis max}} - A_{700})_{pH 1,0} - (A_{\lambda \text{ vis max}} - A_{700})_{pH 4,5} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Konsentrasi antosianin dalam ekstrak dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Total Antosianin (mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l} \quad \dots\dots(3)$$

Keterangan:

A = absorbansi

MW = bobot molekul sianidin-3-glukosida (449)

DF = *dilution factor* (faktor pengenceran)

ϵ = koefisien ekstingsi molar sianidin-3-glukosida (26.900 L/cm)

l = tebal kuvet (1 cm)

Pengujian Penghambatan Aktivitas α -glukosidase

Pengujian penghambatan aktivitas α -glukosidase ditentukan dengan metode spektrofotometri yang dikembangkan Rao *et al.* (2009) dengan beberapa modifikasi. Substrat *p-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside* (PNPG) 0,01 mM disiapkan dengan cara melarutkan 0,03012 g PNPG dalam 100 mL akuades. Enzim α -glukosidase (260 units/mL) yang telah dilakukan pengenceran sebanyak 50 kali disiapkan dengan cara 1 mL enzim α -glukosidase ditambahkan larutan 0,1 M buffer fosfat (pH 6,8) sampai dengan 50 mL. Sebanyak 3 tabung reaksi disiapkan, tabung I sebagai larutan sampel dengan substrat (As_1), tabung II sebagai faktor koreksi warna (As_2) dan tabung III sebagai kontrol (A_o).

Larutan sampel dimasukkan ke dalam tabung I (As_1) dan II (As_2) sebanyak 0,2 mL, sedangkan tabung III (A_o) dimasukkan akuades sebanyak 0,2 mL. Selanjutnya enzim α -glukosidase ditambahkan kedalam masing-masing tabung sebanyak 2 mL dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37 °C. Setelah itu, substrat PNPG ditambahkan sebanyak 1 mL kedalam tabung I (As_1) dan III (A_o), sedangkan tabung II (As_2) ditambahkan akuades sebanyak 1 mL, lalu diinkubasi kembali selama 30 menit pada suhu 37 °C. Larutan Na_2CO_3 2% ditambahkan kedalam masing-masing tabung sebanyak 2 mL. Kinetika pelepasan substrat diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm.

Pengujian juga dilakukan dengan menghitung nilai IC_{50} , yaitu konsentrasi sampel yang mampu menangkal radikal bebas sebanyak 50% yang diperoleh

melalui persamaan regresi. Semakin kecil nilai IC_{50} yang diperoleh dari suatu senyawa uji maka senyawa yang terkandung semakin efektif untuk digunakan sebagai penangkal radikal bebas.

Absorbansi larutan sampel (A_s) adalah hasil pengurangan absorbansi sampel dengan substrat (As_1) dengan absorbansi sampel tanpa substrat (As_2).

$$A_s = As_1 - As_2 \dots\dots\dots(4)$$

Persentase penghambatan aktivitas α -glukosidase dapat dihitung melalui rumus:

$$\text{Daya inhibisi (\%)} = \left[\frac{(A_o - A_s)}{A_o} \right] \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

A_s = absorbansi larutan sampel

As_1 = absorbansi sampel dengan substrat

As_2 = absorbansi sampel tanpa substrat (koreksi warna)

A_o = absorbansi kontrol

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampilan fisik sampel ubi jalar ungu segar dan tepung yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 1.

Total Fenol Ubi Jalar Ungu dan Produk Olahannya

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan ubi jalar ungu dan produk olahannya berpengaruh nyata terhadap total fenol. Total fenol ubi jalar ungu dan produk olahannya berkisar antara 182,54 - 299,55 mg GAEs/100g (Tabel 1). Hasil uji *Duncan* 1% menunjukkan perlakuan keripik ubi jalar ungu (KU) tidak berbeda



Gambar 1. Ubi jalar ungu segar (A), Tepung UJU konvensional (B), Tepung UJU kaya pati resisten (TP) (C), dan Tepung UJU tergelatinisasi sebagian (TG) (D).

Tabel 1. Kadar total fenol ekstrak antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya

Perlakuan	Ulangan (mg GAEs/100 g, basis kering)				Rerata
	I	II	III	IV	
US	286,46	298,48	292,47	289,46	291,72 $\pm$ 5,13 ^a
TU	210,22	213,46	213,82	210,94	212,11 $\pm$ 1,80 ^b
TP	178,13	179,93	188,58	183,53	182,54 $\pm$ 4,61 ^d
TG	193,27	191,47	195,43	193,99	193,54 $\pm$ 1,65 ^c
KU	304,69	301,44	294,59	297,48	299,55 $\pm$ 4,43 ^a

Keterangan: Nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama, dinyatakan tidak berbeda nyata dengan uji *Duncan* taraf 1% (US: ubi jalar ungu segar, TU: tepung ubi jalar ungu, TP: tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten, TG: tepung ubi jalar ungu gelatinisasi parsial dan KU: keripik ubi jalar ungu)

nyata dengan perlakuan ubi jalar ungu segar (US), namun berbeda nyata dengan perlakuan tepung ubi jalar ungu (TU), tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian (TG) dan tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten (TP). Hal tersebut diduga karena perbedaan kondisi proses pengolahan atau pemanasan yang dilakukan pada masing-masing perlakuan, sehingga mengakibatkan perbedaan total fenol. Proses pemanasan pada perlakuan tepung relatif lebih lama dan lebih intensif, terutama pada perlakuan tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian dan tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten yang menggunakan pemanasan secara berulang, sehingga total fenol yang dihasilkan relatif lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Hasil penelitian tersebut sesuai dengan penelitian Anggraeni, *et al.* (2015) yang menyatakan pengolahan ubi jalar menjadi tepung menghasilkan total fenol yang relatif rendah. Hal ini karena proses pemanasan pada pembuatan tepung dilakukan dalam waktu yang relatif lama (T: 60 °C, t: $\pm$ 16 jam). Senyawa fenol merupakan senyawa yang mudah teroksidasi dan dipengaruhi oleh suhu. Semakin lama proses pemanasan dan semakin tinggi suhu yang digunakan, maka semakin rendah senyawa fenol yang terkandung didalamnya (Padma & Picha, 2008).

Nurdjanah *et al.* (2017) melaporkan bahwa total fenol ubi jalar ungu mengalami penurunan dari berat awal 74,3 mg TAE/100 g basis kering menjadi 15,3 - 34,6 mg TAE/100 g selama pembuatan

tepung. Perubahan kandungan fenol tersebut dapat dihubungkan dengan aktivitas enzim polifenol oksidase selama proses pemanasan. Takenaka *et al.* (2006) juga mengklaim bahwa perubahan total fenol selama proses pengolahan dapat disebabkan oleh degradasi dari efek panas, aktivitas enzim polifenol oksidase dan isomerisasi. Enzim polifenol oksidase bekerja dengan cara mengoksidasi senyawa fenolik menjadi *o*-benzoquinon. Senyawa *o*-benzoquinon kemudian dapat mengalami kondensasi dengan antosianin, sehingga antosianin terdegradasi menjadi senyawa kalkon yang tidak berwarna (Markakis, 1982; Rein, 2005). Hal ini akan menyebabkan berkurangnya intensitas warna antosianin pada sampel.

Total Antosianin Ubi Jalar Ungu dan Produk Olahannya

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap total antosianin yang dihasilkan. Total antosianin pada ubi jalar ungu dan produk olahannya berkisar antara 122,11 - 203,64 mg/100 g. Hasil uji lanjut *Duncan* 1% menunjukkan perlakuan tepung gelatinisasi sebagian (TG) tidak berbeda nyata dengan perlakuan tepung kaya pati resisten (TP), namun berbeda nyata dengan perlakuan tepung ubi jalar (TU), ubi segar (US) dan keripik ubi (KU). Tabel 2 menunjukkan total antosianin tertinggi dihasilkan oleh keripik ubi (KU) yaitu 203,64 mg/100 g. Ubi segar (US) mempunyai kandungan antosianin terendah dan berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya.

Tabel 2. Kadar total antosianin ekstrak antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya

Perlakuan	Ulangan (mg/100 g, basis kering)				Rerata
	I	II	III	IV	
US	125,24	121,07	119,68	122,46	122,11±2,38 ^d
TU	173,33	169,83	172,33	169,83	171,33±1,78 ^b
TP	140,77	139,77	144,28	139,77	141,15±2,14 ^c
TG	146,78	138,77	132,26	139,77	139,39±5,95 ^c
KU	202,39	204,90	198,38	208,90	203,64±4,41 ^a

Keterangan: Nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama, dinyatakan tidak berbeda nyata dengan uji *Duncan* taraf 1% (US: ubi jalar ungu segar, TU: tepung ubi jalar ungu, TP: tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten, TG: tepung ubi jalar ungu gelatinisasi parsial, dan KU: keripik ubi jalar ungu)

Ubi jalar ungu memiliki kadar antosianin yang cukup tinggi, berkisar antara 65,16 - 645,37 mg/100 g (Widiati, 2010) dan 186,1 mg/100 g FW (Bridgres *et al.*, 2010). Kadar antosianin pada ubi jalar ungu dapat mengalami penurunan setelah proses pengolahan. Stabilitas antosianin dipengaruhi oleh suhu, pH, cahaya dan oksigen (Nollet, 1996). Produk olahan tepung ubi jalar kehilangan antosianin pada bahan mencapai 78,45% pada ungu pekat. Penurunan kadar antosianin tersebut disebabkan oleh proses pengolahan yang dilakukan seperti pencucian dan pengeringan (Husna *et al.*, 2013).

Nurdjanah *et al.* (2017) menyatakan bahwa perubahan warna pada tepung ubi jalar ungu dapat disebabkan oleh degradasi antosianin akibat aktivitas enzim peroksidase (POX). Proses pengolahan ubi jalar ungu menjadi keripik menggunakan waktu pemanasan yang relatif singkat sehingga mengurangi kerusakan antosianin yang terjadi. Ginting *et al.* (2007) menyatakan bahwa ubi jalar berumbi ungu tua yang diolah menjadi keripik akan menghasilkan warna keripik yang gelap.

Total fenol dan total antosianin menunjukkan hasil yang kurang sejalan. Perlakuan ubi jalar segar (US) memiliki total fenol tertinggi kedua setelah perlakuan keripik ubi jalar (KU), akan tetapi perlakuan ubi jalar segar (US) memiliki total antosianin terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Tabel 1 dan 2). Hal ini diduga akibat adanya aktivitas enzim peroksidase selama persiapan sampai pengujian sampel

sehingga total antosianin yang dihasilkan rendah. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa enzim-enzim yang berperan terhadap degradasi antosianin antara lain peroksidase (POX) (Zipor *et al.*, 2015), polifenol oksidase (POD) (Kader *et al.*, 1997; Luo *et al.*, 2017) dan *laccase* (Fang *et al.*, 2015).

Penghambatan Aktivitas Enzim α -Glukosidase

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa semua perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase. Penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase pada perlakuan ubi jalar ungu segar (US) sebesar 41,73%, tepung ubi jalar (TU) sebesar 37,61%, tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten (TP) sebesar 65,59%, tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi parsial (TG) sebesar 39,91%, keripik ubi jalar ungu (KU) sebesar 44,73%. Uji *Duncan* pada taraf 1% menunjukkan bahwa perlakuan tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten (TP) berbeda nyata dengan semua perlakuan yang ada, sedangkan perlakuan keripik ubi jalar ungu (KU) berbeda nyata dengan perlakuan tepung ubi jalar ungu (TU) dan perlakuan tepung ubi jalar ungu gelatinisasi sebagian (TG). Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak antosianin dari tepung kaya pati resisten (TP) memiliki potensi terbesar dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase yaitu sebesar 65,59% dengan nilai IC₅₀ terendah (Tabel 3).

Tabel 3. Penghambatan aktivitas enzim alfa-glukosidase pada ekstrak antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya

Perlakuan	Ulangan				Rerata	IC ₅₀
	I	II	III	IV		
US	38,53	45,45	44,04	38,89	41,73 $\pm$ 1,70 ^{bc}	17,13ppm
TU	38,53	39,09	36,70	36,11	37,61 $\pm$ 1,43 ^c	14,11ppm
TP	64,22	65,45	68,81	63,89	65,59 $\pm$ 2,25 ^a	12,21ppm
TG	40,37	40,00	39,45	39,81	39,91 $\pm$ 0,38 ^c	13,93ppm
KU	45,87	45,45	42,20	45,37	44,72 $\pm$ 1,70 ^b	20,36ppm

Keterangan: Nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama, dinyatakan tidak berbeda nyata dengan uji *Duncan* taraf 1% (US: ubi jalar ungu segar, TU: tepung ubi jalar ungu, TP: tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten, TG: tepung ubi jalar ungu gelatinisasi parsial dan KU: keripik ubi jalar ungu)

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase tidak berbanding lurus dengan total fenol maupun total antosianin. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 yang menunjukkan bahwa perlakuan tepung kaya pati resisten (TP) memiliki total fenol dan total antosianin yang cukup rendah, namun memiliki daya penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase tertinggi (Tabel 3). Hasil ini menunjukkan bahwa ada senyawa selain fenolik dan antosianin yang berperan dalam penghambatan enzim α -glukosidase. Lai *et al.* (2012) melaporkan bahwa senyawa triterpenoid yang diekstrak dari *Fagus hayatae* merupakan α -glukosidase inhibitor yang kuat. Senyawa triterpenoid diduga menjadi signifikan pada saat proses retrogradasi pada perlakuan tepung kaya pati resisten (TP), sehingga meskipun total antosianin pada perlakuan tepung kaya pati resisten (TP) rendah tetapi kemampuan penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase tertinggi diantara perlakuan lainnya.

4. KESIMPULAN

Antosianin yang diekstrak dari tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten mempunyai kemampuan paling tinggi dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase yaitu sebesar sebesar 65,59%, dibandingkan keripik ubi jalar ungu (KU) sebesar 44,73%, ubi jalar ungu segar (US) 41,73%, tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi parsial (TG) 39,91% dan tepung ubi jalar (TU) 37,61%. Secara

keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa kemampuan antosianin dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase bisa ditingkatkan melalui proses retrogradasi pati dalam ubi dan penggorengan ubi jalar ungu menjadi keripik. Proses gelatinisasi parsial yang diikuti proses penepungan maupun penepungan secara konvensional menyebabkan penurunan kemampuan antosianin dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, atas dana yang diberikan untuk melakukan penelitian ini melalui skema Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi 2017-2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, F. D., Santoso, U., & Nur, M. C. (2015). Aktivitas antioksidan ekstrak berbagai hasil olah ubi jalar. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6 (2), 43-50.
- Bridgers, E. N., Chin, S.M., & Truong, D.V. (2010). Extraction of anthocyanins from industrial purple-fleshed sweet potatoes and enzymatic hydrolysis of residues for fermentable sugar. *Journal of Industrial Crops and Products*, 32, 613-620.
- Elmaniar, R., & Muhtadi. (2017). Aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase oleh ekstrak etanol ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). *The 5th Urecol Proceeding*, 745-751. Yogyakarta :

- Lembaga Penelitian dan Pengembangan Universitas Ahmad Dahlan.
- Fang, F., Zhang, X., Luo, H., Zhou, J., Gong, Y., Li, W., Shi, Z., He, Q., Wu, Q. & Li, L., *et al.* (2015). An intracellular laccase is responsible for epicatechin-mediate anthocyanin degradation in litchi fruit pericarp. *Plant. Physiol.*, 169, 2391–2408.
- Ginting, E., Ratnaningsih., & Suprpto. (2007). *Pemanfaatan Ubi Jalar Kaya Antosianin dan Betakaroten Menjadi Beberapa Produk Olahan Pangan*. Laporan Teknis Penelitian No: K.5/ROPP/DIPA/2007. Balitkabi Malang. 39 hlm.
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Journal of Current Protocols in Food Analytical*. F1.2.1-F1.2.13.
- Goda, Y., Shimizu, T., Kato, Y., Nakamura, M., Maitani, T., Yamada, T., Terahara, N., & Yamaguchi, M. (1997). Two acylated anthocyanins from purple sweet potato. *Phytochemistry*, 44(1), 183-6.
- Harada, K. M., Kano, T., Takayanagi, O., Yamakawa., & Ishikawa, F. (2004). Absorption of acylated anthocyanins in rats and humans after ingesting an extract of *Ipomoea batatas* purple sweet potato tuber. *Biosci Biotechnol Biochem*, 68 (7), 1500-1507.
- Herawati, E. R. N. (2013). *Pengaruh konsumsi ekstrak antosianin ubi jalar ungu (Ipomoea batatas L.) terhadap glukosa darah, status antioksidan darah, dan gambaran histopatologis pancreas tikus hiperglikemia induksialoksan*. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hidayat, B., Kalsum, N., & Surfiana. (2009). Karakterisasi tepung ubi kayu modifikasi yang diproses menggunakan metode praelatinisasi parsial. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 14(2), 148-159.
- Hong, K. H., & Koh, E. (2015). Effects of cooking methods on anthocyanins and total phenolics in purple-fleshed sweet potato. *Journal of Food Processing and Preservation*. ISSN 1745-4549. 1-10.
- Hosseinian, F. S., Li, W., & Beta, T. (2008). Measurement of anthocyanin and other phytochemical in purple wheat. *Food Chemistry*, 109, 916-924.
- Husna, N. E., Novita, M., & Rohaya, S. (2013). Kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu segar dan produk olahannya. *Jurnal Agritech*, 33 (3), 296-302.
- Ismail, J., Runtuwene, M. R. J., & Fatimah, F. (2012). Penentuan total fenolik dan uji aktivitas antioksidan pada biji dan kulit buah pinang yaki (*Areca vestiaria Giseke*). *Jurnal Ilmiah Sains*, 12 (2), 84-88.
- Jiao, Y. Y., Jiang, W., Zhaidan, Z., & Yang. (2012). Studies on antioxidant capacity of anthocyanin extract from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *African Journal of Biotechnology*, 11 (27), 7046-7054.
- Kader, F., Rowel, B., Girardin, M., & Metche, M. (1997). Mechanism of browning in fresh highbush blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.) role of blueberry polyphenol oxidase, chlorogenic-acid, and anthocyanins. *Journal of Science and Agriculture*, 74, 31-34.
- Khoo, E.H., Azlan, A., Tang, T.S., & Lim, M.S. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food Nutr. Res.*, 61(1), 1361779.
- Lai, Y.C., Chen, C.K., Tsai, S.F., & Lee, S.S. (2012). Triterpenes as α -glucosidase inhibitors from *Fagus hayatae*. *Phytochemistry*. 74,206-211.
- Luo, H., Deng, S., Fu, W., Zhang, X., Zhang, X., Zhang, Z., & Pang, X. (2017). Characterization of active anthocyanin degradation in the petals of *Rosa chinensis* and *Brunfelsia calycina* reveals the effect of gallated catechins on pigment maintenance. *Int. J. Mol. Sci.*, 18 (699), 1-17.
- Markakis, P. (1982). Stability of anthocyanin in food chemistry 6. In “*Anthocyanin as Food Colors*”. New York: Academic Press.
- Nurdjanah, S., & Yuliana, N. (2013). *Produksi Tepung Ubi Jalar Ungu Termomodifikasi secara Fisik Menggunakan Rotary Drum Dryer*. Laporan Penelitian Hibah

- Bersaing Tahun Pertama. Dikti. Universitas Lampung. Lampung.
- Nurdjanah, S., & Yuliana, N. (2015). *Produksi Serat Pangan Berantioksidan dari Ubi Jalar Ungu*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Kemenristekdikti. Universitas Lampung. Lampung.
- Nurdjanah, S., Yuliana, N., Sussi, A., Jeri, H., & Zukryandry, Z. (2017). Physico chemical, antioxidant, and pasting properties of pre-heated purple sweet potato flour. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 5(4), 140-146.
- Nurhamidah., & Erawati. (2014). Pengaruh pemberian ekstrak ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas poiret*) terhadap kadar glukosa darah, kadar immunoglobulin A (Iga) dan villi usus pada tikus putih jantan (*Rattus Norvegicus*) diabetes mellitus. *Journal of Sciencetia*, 4(1), 22-28.
- Nollet, L. M. L. (1996). *Handbook of food analysis: physical characterization and nutrient analysis*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Odake, K., Terahara, N., & Toki, K. (1992). Chemical structures of two anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas*. *Phytochemistry*, 31(6), 2127-2130.
- Oki, T., Kano, M., Watanabe, O., Goto, K., Boelsma, E., Ishikawa, F. & Suda, I. (2016). Effect of consuming a purple-fleshed sweet potato beverage on health-related biomarkers and safety parameters in caucasian subjects with elevated levels of blood pressure and liver function biomarkers: a 4-week, open-label, non-comparative trial. *Journal of Bioscience of Microbiota, Food, and Health*, 35(3), 129-136.
- Padda, M. S., & Picha, D. H. (2008). Effect of low-temperature storage on phenolic composition and antioxidant activity of sweet potatoes. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 47, 176-180.
- Pranoto, Y., Haryadi, Y. & Rakshit, S.K. (2009). *Karakterisasi Pati Ubi Jalar Varietas Tipika Indonesia dan Modifikasi Sifat Reologisnya Dengan Heat-Moisture Treatment (HMT) untuk Pembuatan Rotian*. Laporan Akhir Hasil Penelitian Hibah Pekerti (Tahun Kedua). Universitas Gajah Mada
- Rao, R. R., Tiwari, A. K., Reddy, P. P., Babu, K. S., Ali, A. Z., Madhusudana, K., & Rao, J. M. (2009). New furano flavonoids, intestinal α -glucosidase inhibitory, and free radical (DPPH) scavenging, activity from antihyperglycemic root extract of *Derris indica* (Lam). *Journal Bioorganic Medical Chemistry*, 17(14), 5170-5175.
- Rein, M. J. (2005). *Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins*. Dissertation. The University of Helsinki, Helsinki.
- Saona, E., Luis, R., & Wrolstad, R. E. (2001). *Extraction, isolation, and purification of anthocyanins*. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. F1.1.1-F1.1.11.
- Setiawan, B., & Suhartono, E. (2005). Stress oksidatif dan peran antioksidan pada diabetes melitus. *Majalah Kedokteran Indonesia*, 55(2), 86-91.
- Subagio, A. (2008). Standard Operating Procedures on Cluster Based Production of Mocaf. National Competitive Research, Staple Food Diversification. SEAFast Center. IPB, Bogor
- Takenaka, M., Nakayama, K., Isobe, S., & Maruta, M. (2006). Changes in caffeic acid derivatives in sweet potato during cooking and processing. *Journal of Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 70, 172-177.
- Tetchi, F.A., Rolland-Sabate, A., Amani, N.G., & Colonna, P. (2007). Molecular and physicochemical characterisation of starches from yam, cocoyam, cassava, sweet potato and ginger produced in the Ivory Coast. *J. Sci. Food Agric.*, 87, 1906-191
- Terahara, N., Shimizu, T., Kato, Y., Nakamura, M., Maitani, T., Yamaguchi, M., & Goda, Y. (1999). Six diacylated anthocyanins from the storage roots of purple sweet potato, *Ipomoea batatas*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 63(8), 1420-1424.
- Terahara, N., Konczak, I., Ono, H., Yoshimoto, M., & Yamakawa, O. (2004). Characterization of acylated anthocyanins in callus induced from storage root of purple-fleshed sweet potato *Ipomoea batatas* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 279-286. Retrieved November 3, 2016. from

- <http://www.hindawi.co.uk/openaccess/jb/b/volume/2004/s1110724304406056.pdf>.
- Tsukui, A., Suzuki, A., Komaki, K., Terahara, N., Yamakawa, O., & Hayashi, K. (1999). Stability and composition ratio of anthocyanin pigments from *Ipomoea batatas* Poir. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol*, 46, 148-154.
- Widiati, H. A. (2010). Karakterisasi plasma nutfah ubi jalar berdaging umbi dominan ungu. *Buletin Plasma Nutfah*, 16(2), 85-89.
- Winarsi, H. (2007). *Antioksidan alami dan radikal bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Winarti, S., Sarofa, U., & Anggrahini, D. (2008). Ekstraksi dan stabilitas warna ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) sebagai pewarna alami. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(1), 207-214.
- Yadav, A.R., Mahadevamma, S., Tharanatha, N.R. & Ramteke, S.R. (2007). Characteristics of acetylated and enzyme-modified potato and sweet potato flours. *Food Chemistry*, 103, 1119–1126.
- Yamakawa, O., & Yashimoto, M. (2002). Sweet potato as food material with physiological functions. *Acta Horticulture*, 583, 179-185.
- Zipor, G., Duarte, P., Carqueijeiro, I., Shahar, L., Ovadia, R., Teper Bamnolker, P., Eshel, D., Levin, Y., Doron Faigenboim, A. & Sottomayor, M. (2015). In planta anthocyanin degradation by a vacuolar class III peroxidase in *Brunfelsia calycina* flowers. *New Phytol.*, 205, 653–665.