

Perubahan Komponen Kimia dan Antioksidan pada Umbi, Tepung, dan Beras Analog Ubi Jalar Ungu

Chemical Component and Antioxidant Changes in Tubers, Flour, and Analog Rice of Purple Sweet Potato

Haikal Samhana¹⁾, Dias Indrasti^{1,2)*}

¹⁾Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor

²⁾South-East Asia Food & Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center, IPB University, Bogor

Abstract. *The purple sweet potato tuber, rich in functional chemical components, offers potential for development into high-value products such as flour, which can then be processed into analog rice. This research aims to evaluate the changes in functional chemical components—namely moisture, ash, protein, fat, carbohydrates, anthocyanin, and β -carotene—along with antioxidant activity during the processing of purple sweet potato tubers into flour and analog rice. The chemical composition of the tubers was found to be as follows: moisture content of 78.00% on a wet basis (wb), ash content of 9.70% on a dry basis (db), fat content of 5.47% (db), protein content of 26.93% (db), carbohydrate content of 58.41% (db), anthocyanin content of 31.79 mg/100 g (db), β -carotene content of 17.73 mg/100 g (db), and antioxidant activity of 65.70%. The composition of the resulting flour included water (6.71% wb), ash (2.40% db), fat (1.06% db), protein (3.80% db), carbohydrate (92.75% db), anthocyanin (3.47 mg/100 g db), β -carotene (1.51 mg/100 g db), and antioxidant activity (45.59%). The chemical content of the analog rice was as follows: water (8.43% wb), ash (1.78% db), fat (1.62% db), protein (4.13% db), carbohydrate (92.50% db), anthocyanin (0.71 mg/100 g db), β -carotene (1.05 mg/100 g db), and antioxidant activity (8.38%). Processing the tubers into flour resulted in a reduction of fat, protein, anthocyanins, β -carotene, and antioxidant activity, while carbohydrate content increased. Similarly, the conversion of flour into analog rice led to decreased levels of carbohydrates, anthocyanins, β -carotene, and antioxidant activity, whereas fat and protein levels increased after transformation into analog rice. The processing stages that significantly contributed to these changes in chemical components included drying, formulation, and extrusion.*

Keywords: anthocyanin, antioxidant, β -carotene, carbohydrate, food authentication

Abstrak. Ubi jalar ungu yang memiliki komponen kimia fungsional dapat dikembangkan menjadi produk bernilai tambah tinggi seperti tepung yang dapat diolah menjadi beras analog. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan komponen kimia fungsional (air, abu, lemak, protein, karbohidrat, antosianin, dan β -karoten) dan aktivitas antioksidan selama pengolahan umbi ubi jalar ungu menjadi tepung dan beras analog. Kandungan komponen kimia pada umbi adalah kadar air 78,00% basis basah (bb), kadar abu 9,70% basis kering (bk), kadar lemak 5,47% (bk), kadar protein 26,93% (bk), kadar karbohidrat 58,41% (bk), kadar antosianin 31,79 mg/100 g (bk), kadar β -karoten 1,77 mg/100 g (bk), dan aktivitas antioksidan 65,70%. Komposisi kimia pada tepung adalah air 6,71% (bb), abu 2,40% (bk), lemak 1,06% (bk), protein 3,80% (bk), karbohidrat 92,75% (bk), antosianin 3,47 mg/100 g (bk), β -karoten 0,15 mg/100 g (bk), dan aktivitas antioksidan 45,59%. Kadar komponen kimia pada beras analog adalah air 8,43% (bb), abu 1,78% (bk), lemak 1,62% (bk), protein 4,13% (bk), karbohidrat 92,50% (bk), antosianin 0,71 mg/100 g (bk), β -karoten 0,11 mg/100 g (bk), dan aktivitas antioksidan 8,38%. Pengolahan umbi menjadi tepung menyebabkan penurunan kadar lemak, protein, antosianin, β -karoten, dan aktivitas antioksidan, sedangkan kadar karbohidratnya mengalami peningkatan. Proses pengolahan tepung menjadi beras analog menurunkan kadar karbohidrat, antosianin, β -karoten, dan aktivitas antioksidan. Sebaliknya, kadar kadar lemak dan kadar protein mengalami kenaikan setelah menjadi beras analog. Tahap pengolahan yang berkontribusi pada perubahan komponen kimia yaitu tahap pengeringan, formulasi, dan ekstrusi.

Kata kunci: antioksidan, antosianin, autentikasi pangan, β -karoten, karbohidrat

Aplikasi Praktis: Luaran penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai kandungan komponen kimia fungsional dan aktivitas antioksidan pada umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu serta perubahan yang terjadi akibat proses pengolahan umbi menjadi tepung, dan beras analog. Hasil penelitian terutama dapat diaplikasikan pada industri pangan yang memproduksi produk beras analog dari ubi jalar ungu agar produk yang dihasilkan masih memiliki kandungan senyawa fungsional yang tinggi.

*Korespondensi: d_indrasti@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) menjadi satu dari beberapa komoditas unggulan hasil pertanian di Indonesia. Berdasarkan data FAO tahun 2019, Indonesia merupakan negara urutan keenam penghasil ubi jalar di dunia dengan jumlah produksi sebesar 1.806.339 ton. Ubi jalar terdiri dari beberapa jenis, salah satunya adalah ubi jalar ungu. Ubi jalar ungu mempunyai ciri yaitu warna kulit serta daging buah yang berwarna ungu. Warna ungu dari ubi jalar ungu ini berasal dari komponen kimia yaitu antosianin (Husna *et al.* 2013). Selain antosianin, ubi jalar ungu juga mengandung komponen kimia lainnya seperti β -karoten (Kammona *et al.* 2014). Oleh karena itu, ubi jalar ungu memiliki potensi menjadi pangan fungsional. Berdasarkan Priska *et al.* (2018), antosianin dapat berperan menjadi antioksidan, antimikroba, pencegah inflamasi, serta pencegah penyakit kardiovaskular. Komponen β -karoten dipercaya dapat membantu memelihara fungsi tubuh, mencegah penyakit, serta sebagai sumber vitamin A (Gul *et al.* 2015). Namun kandungan komponen kimia fungsional tersebut belum sepenuhnya didapat karena ubi jalar ungu belum didayagunakan secara optimal.

Pendayagunaan ubi jalar ungu dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi produk seperti tepung dan beras analog. Tepung ubi jalar ungu diperoleh dengan mengeringkan umbi ubi jalar ungu, kemudian digiling, dan diayak. Tepung ubi jalar ungu dapat dimanfaatkan menjadi ingredien berbagai makanan seperti kue dan roti. Selain dibuat menjadi tepung, ubi jalar ungu juga digunakan sebagai ingredien dalam memproduksi beras analog. Beras analog banyak dikembangkan karena tingginya konsumsi beras di Indonesia. Konsumsi beras di Indonesia per kapita per minggu pada tahun 2021 yaitu sebesar 1,45 kg (BPS 2021). Oleh karena itu, dikembangkanlah beras analog sebagai upaya untuk tercapainya diversifikasi pangan. Beras analog ubi jalar ungu ini memiliki potensi menjadi pangan alternatif yang kaya zat gizi dan bermanfaat bagi kesehatan. Beras analog banyak diproduksi dengan teknik ekstrusi atau granulasi. Metode ekstrusi merupakan metode yang lebih umum digunakan karena beras yang dihasilkan sudah berbentuk seperti beras padi (Damat *et al.* 2020).

Proses umbi ubi jalar ungu menjadi tepung dan beras analog yang cukup kompleks tersebut diduga akan berpengaruh terhadap komposisi kimianya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian komposisi kimia fungsional pada umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu yang dihasilkan untuk mengevaluasi perubahan komposisi yang terjadi selama proses produksi yang dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis kandungan komponen kimia fungsional (air, abu, protein, lemak, karbohidrat, antosianin, β -karoten) umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu; (2) menganalisis aktivitas antioksidan umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu; (3) mengevaluasi perubahan kandungan komponen kimia fungsional dan aktivitas antioksidan pada

pengolahan umbi ubi jalar ungu menjadi tepung dan beras analog.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang pakai dalam penelitian ini adalah umbi ubi jalar ungu varietas Murasaki dari pedagang di daerah Dramaga, Bogor. Bahan lain yang digunakan adalah tepung jagung serta GMS yang dibeli di PT Fits Mandiri (Bogor), pati sagu aren yang diproduksi oleh PT Kekal Jaya Sentosa (Jakarta), bubuk bawah putih yang diproduksi PT GM (Jakarta), dan bahan-bahan kimia *analytical grade* (Merck, Jerman) untuk analisis.

Pembuatan tepung ubi jalar ungu

Tepung dibuat dengan memodifikasi metode dari Arniati (2019) dengan merubah proses perendaman dengan air garam menjadi air biasa serta merubah lama pengeringan yang dilakukan. Proses diawali dengan mencuci umbi (sekitar 2 kg) hingga bersih kemudian dipotong kecil (kotak atau panjang). Umbi yang sudah dipotong langsung direndam dalam air untuk mencegah pencokelatan enzimatis lalu ditiriskan. Umbi dikeringkan dengan pengering tipe rak (kapasitas 2 kg) pada suhu 60 °C selama 30 menit sampai 2 jam hingga kadar airnya diperkirakan berada di bawah 10%. Potongan umbi selanjutnya digiling dan disaring dengan saringan 80 mesh. Tepung yang lolos saringan lalu disimpan dalam plastik berperekat.

Pembuatan beras analog ubi jalar ungu

Pembuatan beras analog ubi jalar ungu dibuat dengan memodifikasi metode dari Hanifa (2016) dengan merubah rasio tepung ubi jalar ungu (45%), tepung jagung, dan pati sagu aren yang digunakan, serta lama pengeringan. Tepung ubi jalar ungu, tepung jagung, pati sagu aren, gliseril monostearat (GMS), bubuk bawang putih, dan air dicampur merata. Campuran tersebut kemudian diekstrusi menggunakan *twin screw extruder tipe* BEX 2256 (PT Bertindomas Ciptasatya, Indonesia) menjadi bentuk beras dengan suhu ekstrusi 85 °C. Beras analog yang keluar dari ekstruder dikeringkan suhu 60 °C selama 40 menit sampai 2 jam kemudian didinginkan dan dikemas dalam plastik berperekat.

Analisis proksimat

Umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu dianalisis kadar air dengan metode oven, kadar abu menggunakan tanur, kadar lemak dengan metode Soxhlet, kadar protein dengan metode Kjeldahl, serta kadar karbohidrat dengan metode *by-difference*. Analisis dilakukan berdasarkan *official methods of analysis* (AOAC 2012).

Analisis kadar total antosianin

Total antosianin dianalisis menggunakan prinsip spektrometri (Binalopa *et al.* 2019). Sebanyak 5 g sampel ditambahkan 25 mL larutan metanol:HCl (85:15) lalu di-

shaker selama 5 jam. Campuran diendapkan selama 24 jam dalam ruang gelap lalu disentrifugasi 3000 rpm selama 10 menit. Sebanyak 10 mL supernatan diukur absorbansinya pada 535 nm. Total antosianin dihitung sebagai sianidin 3-glukosidase berdasarkan persamaan Abdel-Aal dan Hucl (1999) (Persamaan (1)).

Total antosianin (mg/kg)=

$$\left(\frac{A}{\epsilon}\right) \times \left(\frac{V}{1000}\right) \times MW \times \left(\frac{1}{\text{berat sampel (g)}}\right) \times FP \times 10^6 \dots (1)$$

dengan, A=absorbansi; ϵ =molar absorptivity=25965 L cm⁻¹ M⁻¹; V=volume sampel (mL); MW=bobot molekul = 449,2 g/mol; FP=faktor pengenceran

Analisis kadar β -karoten

Pengukuran kadar β -karoten berdasarkan Elfariyanti *et al.* (2022) diawali dengan pembuatan kurva standar pada 5 titik dengan rentang konsentrasi 2–10 ppm. Sebanyak 1 g sampel ditambahkan 10 mL etanol lalu di-vortex sampai homogen, dan dipanaskan dalam *waterbath* 40 °C selama 15 menit. Sebanyak 4 mL larutan selanjutnya ditambahkan 10 mL n-heksana, lalu divorteks dan disentrifugasi 300 rpm selama 13–15 menit. Nilai absorbansi supernatan diukur pada 450 nm. Kadar β -karoten dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) (Makahity *et al.* 2019).

Kadar beta karoten (mg/g)=

$$\frac{\text{konsentrasi } \beta\text{-karoten (mg/mL)} \times \text{volume sampel (mL)}}{\text{berat sampel (g)}} (2)$$

Aktivitas antioksidan metode DPPH

Uji aktivitas antioksidan 2,2-diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH) dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis mini-1240 (Shimadzu, Jepang) pada 517 nm (Baba dan Malik 2015). Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam persentase penghambatan terhadap radikal DPPH (Persamaan (3)).

Aktivitas antioksidan (%)=

$$\frac{(\text{Absorbansi blanko}-\text{Absorbansi larutan sampel})}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100 \dots (3)$$

Aktivitas antioksidan metode PFRAP

Pengukuran aktivitas antioksidan *potassium ferric reducing antioxidant powder* (PFRAP) dilakukan pada panjang gelombang 720 nm sesuai metode Maryam *et al.* (2016). Asam askorbat digunakan sebagai standar dalam pengukuran. Nilai PFRAP kemudian dihitung dengan menggunakan Persamaan (4) (Maigoda *et al.* 2022).

$$\text{Aktivitas antioksidan PFRAP (mgAAE/g)} = \frac{c \times V \times FP}{w} (4)$$

dengan, c=konsentrasi dari kurva standar asam askorbat (mg AAE/L); V=volume sampel (L); w=bobot sampel (g); dan FP=faktor pengenceran

Pengolahan data

Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu tahap pengolahan. Tahap pengolahan yang dilakukan terdiri dari tiga taraf yaitu umbi segar, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu. Data yang didapatkan kemudian dianalisis sidik ragam dan uji lanjut LSD menggunakan *software* SPSS versi 26.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi kimia umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu

Ubi jalar ungu adalah tanaman umbi-umbian yang umumnya diperdagangkan dalam bentuk segar. Umbi tanaman ini mengandung air dalam jumlah yang cukup tinggi, yaitu sebesar 78,00±0,76% (bb). Kadar air umbi ubi jalar ungu yang diperoleh mirip dengan hasil Yaning-sih *et al.* (2013) yang berkisar antara 78–82% bergantung dari umur panennya. Kadar air tepung dan beras analog ubi jalar ungu adalah 6,71±0,02% (bb) dan 8,43±0,31% (bb). Kadar air tepung ubi jalar ungu yang didapat lebih rendah dari pada tepung ubi jalar Santosa *et al.* (2016), yakni sebesar 7,63%. Perbedaan ini terjadi karena beberapa faktor seperti perbedaan jenis ubi yang digunakan serta perbedaan metode pengeringan yang dilakukan.

Kadar abu umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu masing-masing sebesar 9,70±0,36% (bk); 2,40±0,00% (bk); dan 1,78±0,26% (bk). Kadar abu ubi jalar ungu mengalami penurunan setelah diolah menjadi tepung ubi jalar ungu. Terjadi penurunan kadar abu dari umbi menjadi tepung ubi jalar ungu sebesar 75%. Penurunan kadar abu yang terjadi lebih tinggi dari penelitian Prasetyo dan Winardi (2020), yaitu sebesar 51%. Penurunan kadar abu juga terjadi pada tepung ubi jalar ungu setelah diproses menjadi beras analog ubi jalar ungu. Kadar abu beras analog ubi jalar ungu yang didapat lebih rendah daripada Handayani *et al.* (2017) yang berkisar antara 2,62–2,82%. Sebaliknya kadar abu yang didapat lebih tinggi jika dibandingkan dengan beras analog ubi jalar ungu pada penelitian Hanifa (2016) yang berkisar antara 1,32–1,60%. Perbedaan kandungan abu ini dapat terjadi karena perbedaan formulasi adonan beras analog serta proses pembuatan yang dilakukan.

Hasil analisis menggunakan metode Soxhlet menunjukkan total lemak umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu masing-masing sebesar 47±0,07% (bk); 1,06±0,00% (bk); dan 1,62±0,15% (bk). Kadar lemak tertinggi ditemukan pada umbi ubi jalar ungu diikuti oleh beras analog ubi jalar ungu dan tepung ubi jalar ungu dengan kadar lemak paling rendah. Proses pengolahan umbi menjadi tepung menyebabkan penurunan kadar lemak yang signifikan berdasarkan analisis statistik. Sebaliknya, proses pengolahan mengakibatkan naiknya total lemak pada

beras analog ubi jalar ungu secara signifikan berdasarkan hasil analisis statistik. Kadar lemak beras analog ubi jalar ungu yang didapat lebih tinggi dari hasil yang diperoleh Srihari *et al.* (2016), yaitu sebesar 1,01%. Begitu pula dengan kadar lemak beras analog (Hanifa 2016), yaitu sebesar 0,58–0,77%.

Selain kadar air, abu, dan lemak, umbi ubi jalar ungu juga memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, yaitu sebesar $26,93 \pm 1,75\%$ (bk). Kemudian diikuti oleh beras analog ubi jalar ungu dengan kadar protein sebesar $4,13 \pm 0,11\%$ (bk) dan sampel dengan kadar protein terendah yaitu tepung ubi jalar ungu dengan kadar protein sebesar $3,80 \pm 0,02\%$ (bk). Kadar protein umbi dalam basis kering menjadi tinggi karena kadar air umbi cukup tinggi sehingga jumlah bahan keringnya menjadi sedikit. Akibatnya, kadar protein umbi dalam basis kering menjadi lebih tinggi dibandingkan penelitian lain. Prasetyo *et al.* (2014) menyebutkan kadar protein ubi jalar ungu dari Sidikalang (Sumatera Utara) sebesar 5,91% (bb) atau sebesar 13,61% (bk) karena kadar air umbinya 56,59%. Berdasarkan hasil yang didapat, kadar protein dari umbi ubi jalar ungu mengalami penurunan sebesar 85% setelah diolah menjadi tepung ubi jalar ungu. Proses pengolahan umbi menjadi tepung ini memberikan perbedaan nyata terhadap kadar protein. Kadar protein pada beras analog ubi jalar ungu mengalami peningkatan dibandingkan kadarnya pada tepung. Proses pengolahan tepung ubi jalar ungu menjadi beras analog ubi jalar ungu menghasilkan perbedaan kadar protein yang tidak signifikan. Kadar protein beras analog ubi jalar ungu yang didapat lebih rendah jika dibandingkan dengan beras analog ubi jalar ungu dengan campuran tepung mocaf dan kacang pagar pada penelitian Putra (2016), yaitu sebesar 6,05%. Kadar protein pada penelitian ini lebih tinggi nilainya dari beras analog Srihari *et al.* (2016) yang sebesar 1,78%.

Ubi jalar ungu banyak dikonsumsi sebagai sumber karbohidrat, misalnya diolah menjadi ubi rebus, sebagai pengganti nasi, yang dimakan bersama lauk dan sayur atau dikonsumsi sebagai kudapan. Hal ini didukung oleh kandungan karbohidrat dalam umbi yang berkisar antara 53,45–63,39%. Kadar karbohidrat ubi jalar ungu paling rendah dibandingkan tepung dan beras analognya. Kadar ini diperoleh karena kadar karbohidrat dihitung dengan metode *by-difference*. Semakin tinggi kandungan komponen kimia lainnya (air, abu, lemak, dan protein) maka kadar karbohidrat akan semakin rendah. Nilai karbohidrat umbi yang didapatkan lebih rendah dari kadarnya pada Yaningsih *et al.* (2013), yaitu berkisar antara 92–96%. Tepung ubi jalar ungu memiliki jumlah karbohidrat paling tinggi ($92,74 \pm 0,00\%$) kemudian diikuti oleh beras analog ($92,47 \pm 0,04\%$). Umbi yang telah diolah menjadi tepung mengalami peningkatan kadar karbohidrat sebesar 37%. Penurunan kadar air menyebabkan peningkatan total solid. Total solid merupakan komponen pada suatu bahan pangan selain air yang meliputi abu, lemak, protein, dan karbohidrat (Sirait 2019). Peningkatan kadar karbohidrat setelah umbi diolah menjadi tepung signifikan berdasarkan hasil analisis statistik. Sebaliknya terjadi penurunan yang tidak signifikan atau tidak berbeda jauh

jika dibandingkan kadar karbohidrat tepung dengan beras analog. Beras analog ubi jalar ungu mengandung karbohidrat lebih tinggi jika dibandingkan dengan beras analog dari campuran tepung mocaf, tepung ubi jalar, dan jelai pada penelitian Saragih *et al.* (2020) yaitu sebesar 87,26%, serta beras analog Putra (2016) dengan jumlah karbohidrat sebesar 83,15%. Komposisi zat gizi umbi, tepung, dan beras analog ubi ungu secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

Kandungan total antosianin dan β -karoten umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu

Ubi jalar ungu dilaporkan mengandung senyawa antosianin yang memberikan tampilan warna ungu. Antosianin merupakan pigmen kelompok flavonoid yang bersifat larut dalam senyawa polar seperti air, aseton, metanol, dan etanol (Ifadah *et al.* 2021). Antosianin berperan dalam memberikan warna merah, kuning, ungu, dan biru pada buah, sayur, dan tumbuhan lainnya. Antosianin memiliki struktur utama berupa dua cincin benzena (C_6H_6) dengan tiga atom karbon yang membentuk cincin. Antosianin terdiri dari aglikon (antosianidin) yang mengalami esterifikasi dengan satu atau lebih gugus gula (glikon). Struktur dasar antosianin terdiri dari 2-fenilbenzopirilium atau flavilium dengan beberapa gugus hidroksi dan metoksi (Nurtiana 2019). Antosianin dapat mengalami degradasi karena beberapa faktor seperti pH, suhu, cahaya, dan oksigen (Sari 2020). Antosianin menunjukkan kecenderungan lebih stabil pada pH yang rendah atau asam, antosianin umumnya stabil pada pH 3,5 (Cisilya *et al.* 2017). Antosianin juga akan mengalami kerusakan pada suhu yang tinggi (Sari 2020). Proses ekstrusi yang dilakukan pada pembuatan beras analog pada suhu $85\text{ }^\circ\text{C}$ dan pengeringan pada suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$ menyebabkan kerusakan kadar antosianin tepung setelah menjadi beras. Pemanasan di atas suhu $60\text{ }^\circ\text{C}$ menyebabkan penurunan kadar antosianin (Hidayah *et al.* 2014; Nasrullah *et al.* 2020).

Kandungan antosianin umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu masing masing sebesar $31,79 \pm 0,23$; $3,47 \pm 0,03$; dan $0,71 \pm 0,03\text{ mg/100 g}$ (Tabel 2). Kadar antosianin dari umbi mengalami penurunan sebesar 89% setelah diolah menjadi tepung, sedangkan kadar antosianin dari tepung mengalami penurunan sebesar 79% setelah diolah menjadi beras analog. Kadar antosianin ubi jalar ungu pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Husna *et al.* (2013) yaitu sebesar $3,51\text{ mg/100 g}$. Perbedaan ini dapat terjadi karena perbedaan jenis ubi yang digunakan. Jika dibandingkan dengan bahan lain yang dikenal sebagai sumber antosianin, seperti bunga rosella, kadar antosianin dari ubi jalar ungu masih lebih rendah. Kadar antosianin pada kelopak bunga rosella sebesar 115 mg/100 g (Djaeni *et al.* 2017).

Selain antosianin, ubi jalar ungu juga memiliki kandungan β -karoten, senyawa pigmen turunan kelompok karotenoid dan berfungsi sebagai prekursor sintesis vitamin A di dalam tubuh (Letelay *et al.* 2020). β -karoten memiliki ciri warna merah dan jingga sehingga bahan pangan yang mengandung β -karoten cukup tinggi akan memiliki warna merah-jingga yang cukup pekat. Namun

Tabel 1. Kadar proksimat umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu

Perlakuan Pengolahan	Kadar Air	Kadar Abu	Kadar Lemak	Kadar Protein	Kadar Karbohidrat
Umbi	78,00±0,76 ^a	9,70±0,36 ^a	5,47±0,07 ^a	26,93±1,75 ^a	58,42±4,97 ^a
Tepung	6,71±0,02 ^b	2,40±0,00 ^b	1,06±0,00 ^b	3,80±0,02 ^b	92,74±0,00 ^b
Beras analog	8,43±0,31 ^c	1,78±0,26 ^b	1,62±0,15 ^c	4,13±0,11 ^b	92,47±0,04 ^b

Keterangan: Nilai rerata±SD. Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p>0,05$). Parameter kadar air dinyatakan dalam % basis basah. Parameter kadar abu, lemak, protein, dan karbohidrat dinyatakan dalam % basis kering

β -karoten dapat mengalami kerusakan atau degradasi karena faktor pH, suhu, cahaya, dan oksigen (Fauziah *et al.* 2015). Hasil analisis kadar β -karoten terhadap umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu didapatkan bahwa ubi jalar ungu memiliki kadar β -karoten tertinggi yaitu sebesar 1,77±0,14 mg/100 g. Tepung ubi jalar ungu mengandung β -karoten sebesar 0,15±0,02 mg/100 g dan terjadi penurunan sebesar 91% dari kadarnya pada umbi. Beras analog ubi jalar ungu mengandung kadar β -karoten terendah diantara ketiga sampel, yaitu sebesar 0,11±0,02 mg/100 g. Kandungan β -karoten umbi, tepung, dan beras analog ubi ungu secara lengkap disajikan pada Tabel 2.

Aktivitas antioksidan umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu

Selain memberikan warna, senyawa antosianin dan β -karoten yang terkandung dalam ubi jalar ungu juga ditengarai sebagai antioksidan yang berfungsi membuat radikal bebas lebih stabil atau menghambat terbentuknya radikal bebas. Adanya radikal bebas dapat mengakibatkan kerusakan seluler. Radikal bebas merujuk pada atom atau molekul yang memiliki elektron tanpa pasangan di kulit paling luarnya atau senyawa yang mengalami kehilangan elektron (Werdhasari 2014). Radikal bebas memiliki sifat sangat tidak stabil karena berusaha mengambil elektron yang ada di sekitarnya (Rahmi 2017).

Aktivitas antioksidan dapat dianalisis dengan beberapa metode, dua diantaranya adalah dengan metode DPPH dan PFRAP. DPPH bereaksi dengan komponen yang dapat mendonorkan atom hidrogen atau *hydrogen atom transfer* (HAT) sehingga senyawa DPPH akan tereduksi yang ditandai dengan berubahnya warna larutan DPPH. Intensitas warna yang terbentuk kemudian diukur menggunakan spektrofotometer (Liang dan Kitts 2014). Absorbansi yang didapat kemudian dapat dihitung menjadi

persen inhibisi antioksidan terhadap radikal DPPH (Werdhasari 2014).

Aktivitas antioksidan dari umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu menggunakan metode DPPH masing-masing sebesar 65,70±2,57; 45,59±1,35; dan 8,38±0,29% (Tabel 3). Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada umbi diikuti oleh tepung dan beras analog ubi jalar ungu. Berdasarkan hasil yang didapat, aktivitas antioksidan mengalami penurunan di tiap proses pengolahan, mulai dari umbi menjadi tepung dan tepung menjadi beras analog. Aktivitas antioksidan beras analog ubi jalar ungu yang didapatkan masih lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian sejenis. Putri (2023) melaporkan nilai aktivitas antioksidan beras analog ubi kayu dengan tambahan ubi jalar ungu dan tepung sagu sebesar 23,43%. Beras analog tepung ubi jalar dan mocaf memiliki aktivitas antioksidan sebesar 38,05% (Yaningtyas 2013). Perbedaan ini terjadi karena adanya perbedaan dari formulasi yang digunakan untuk membuat beras analog.

Berbeda dengan DPPH, metode PFRAP dapat menentukan aktivitas antioksidan berdasarkan kemampuan senyawa pada sampel untuk mereduksi ion Fe³⁺ menjadi Fe²⁺ (Maryam *et al.* 2016) atau kemampuan senyawa pada sampel untuk mentransfer elektron (*single electron transfer* atau SET) (Moharram dan Youssef 2014). Reaksi reduksi ini ditandai dengan perubahan warna menjadi biru (Dontha 2016). Pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode PFRAP menggunakan asam askorbat sebagai standar. Hasil uji aktivitas antioksidan metode PFRAP terhadap ubi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu masing masing sebesar 119,64±0,39; 119,36±0,49; dan 119,58±0,52 mgAAE/g (Tabel 3). Berdasarkan hasil yang didapat dapat dilihat bahwa tidak terjadi perbedaan dari aktivitas antioksidan antara tiap perlakuan.

Tabel 2. Kadar total antosianin dan β -karoten umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu

Perlakuan Pengolahan	Kadar Total Antosianin (mg/100 g)	Kadar β -karoten (mg/100 g)
Umbi	31,79±0,23 ^a	1,77±0,14 ^a
Tepung	3,47±0,03 ^b	0,15±0,02 ^b
Beras analog	0,71±0,03 ^c	0,11±0,02 ^c

Keterangan: Nilai rerata±SD. Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p>0,05$). Parameter dinyatakan dalam basis kering

Tabel 3. Aktivitas antioksidan umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu

Perlakuan Pengolahan	Aktivitas Antioksidan Metode DPPH (%)	Aktivitas Antioksidan Metode PFRAP (mgAAE/g)
Umbi	65,70±2,57 ^a	119,64±0,39 ^a
Tepung	45,59±1,35 ^b	119,36±0,49 ^a
Beras analog	8,38±0,29 ^c	119,58±0,52 ^a

Keterangan: Nilai rerata±SD. Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p>0,05$)

Perubahan kandungan komponen kimia dan aktivitas antioksidan pada proses pengolahan ubi jalar ungu

Umbi ubi jalar ungu memiliki kadar air, abu, lemak, dan protein yang paling tinggi dibandingkan tepung dan beras analognya. Umbi yang digunakan dalam keadaan segar sehingga masih mengandung banyak air jika dibandingkan dengan tepung dan beras analog yang sudah melalui proses pengeringan. Kadar air umbi ubi jalar ungu mengalami penurunan yang drastis setelah menjadi tepung karena adanya proses pengeringan. Proses pengeringan dilakukan menggunakan *oven tray dryer* suhu 60 °C selama 2 jam.

Proses pengolahan ubi jalar ungu menjadi tepung memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air. Namun terjadi peningkatan kadar air dari tepung ubi jalar ungu setelah diolah menjadi beras analog ubi jalar ungu. Peningkatan ini terjadi karena dalam proses pembuatan adonan beras analog ditambahkan air. Selain air, penambahan tepung jagung dan pati sagu aren juga meningkatkan kadar air beras analog yang dihasilkan. Tepung jagung memiliki kadar air sebesar 6,01% (Augustyn *et al.* 2019), sedangkan kadar air pati sagu aren sebesar 13% (Rahim *et al.* 2021). Proses pengolahan tepung ubi jalar ungu menjadi beras analog ubi jalar ungu memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan air bahan. Kadar air beras analog ubi jalar ungu yang didapat sudah mendekati kadar air beras analog pada penelitian yang dilakukan oleh Handayani *et al.* (2017), yaitu berkisar antara 8,05–13,95%. Kadar air dari beras analog ubi jalar ungu juga sudah sesuai dengan standar SNI produk sejenis yaitu beras (BSN 2015) yang menyebutkan kadar air maksimal dari beras agar aman untuk disimpan yaitu 14% (bb) (BSN 2015).

Kadar abu ubi jalar ungu mengalami penurunan setelah diolah menjadi tepung ubi jalar ungu. Penurunan ini diduga akibat aktivitas-aktivitas yang dilakukan pada proses penepungan. Penggunaan *abrasive peeler* (Charlie's Machine & Supply, USA) menyebabkan tergerusnya kulit serta daging umbi sehingga mengurangi kadar abu saat sudah menjadi tepung. Selain karena tergerusnya kulit serta daging umbi, pencucian menggunakan air mengalir juga menurunkan kadar abu karena larutnya mineral dalam air. Ubi jalar ungu dilaporkan mengandung mineral seperti zat besi dan kalsium (Tombokan *et al.* 2021), kedua mineral tersebut termasuk dalam mineral yang larut dalam air (Sumakul *et al.* 2020). Hal yang sama juga diduga terjadi pada tahap perendaman potongan ubi. Perendaman potongan umbi dalam air yang bertujuan untuk mencegah reaksi pencokelatan enzimatis diduga berkontribusi terhadap penurunan kadar abu karena larutnya mineral. Selain pada proses pencucian dan perendaman, proses pengayakan juga dapat mempengaruhi kadar abu. Tepung yang tidak lolos ayakan tentu tidak akan terhitung kadar abunya.

Penurunan kadar abu juga terjadi pada tepung ubi jalar ungu setelah diolah menjadi beras analog ubi jalar ungu. Namun perbedaan kandungan abu dalam tepung setelah menjadi beras ini tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Artinya, pengolahan tepung ubi jalar

ungu menjadi beras analog ubi jalar ungu tidak menyebabkan perubahan kadar abu.

Proses pengolahan umbi menjadi tepung menyebabkan penurunan kadar lemak yang signifikan berdasarkan analisis statistik. Penurunan kadar lemak yang terjadi diduga diakibatkan karena pada tahap analisis, umbi yang dianalisis tidak dikupas sedangkan umbi yang digunakan pada pembuatan tepung dibersihkan dengan *abrasive peeler*. Analisis kadar lemak dilakukan dengan menggunakan metode Soxhlet. Nilai kadar lemak yang dihasilkan dari metode Soxhlet merupakan kadar lemak kasar (*crude fat*). Hal ini berarti komponen lain seperti karotenid atau komponen larut lemak yang terkandung dalam kulit umbi juga akan terekstrak oleh pelarut organik yang digunakan (Aminullah *et al.* 2018).

Kondisi yang berbeda terjadi pada kadar lemak beras analog yang dibuat dari tepung ubi jalar ungu. Pengolahan yang dilakukan justru menyebabkan peningkatan kadar lemak pada beras analog ubi jalar ungu yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena penambahan bahan baku lain pada adonan beras analog yaitu tepung jagung. Tepung jagung memiliki kadar lemak yang cukup tinggi yaitu sebesar 4,06% bk (Prasetyo *et al.* 2014). Selain tepung jagung, penambahan GMS juga dapat meningkatkan kadar lemak, seperti yang terjadi pada penelitian mengenai pembuatan mi oleh Akbar *et al.* (2023). Peningkatan kadar GMS yang digunakan juga meningkatkan kadar lemak dari mi yang dihasilkan. Kadar lemak akibat proses pengolahan tepung menjadi beras analog ubi jalar ungu mengalami peningkatan yang signifikan secara statistik.

Kadar protein ubi jalar ungu sebesar 26,93% mengalami penurunan 85,89% setelah diolah menjadi tepung ubi jalar ungu (Tabel 1). Penyebab penurunan ini diduga karena pada proses pembersihan yang menggunakan *abrasive peeler* sehingga menggerus kulit hingga bagian daging umbi terluar. Menurut Putri (2019) kandungan protein ubi tertinggi terdapat pada bagian terluar daging umbi yang dekat dengan kulit. Proses pengolahan umbi menjadi tepung ini memberikan perbedaan yang nyata secara statistik terhadap kadar protein.

Kandungan protein beras analog ubi jalar ungu mengalami kenaikan dibandingkan kadarnya pada tepung. Peningkatan terjadi karena penambahan tepung jagung yang merupakan bahan baku saat pembuatan adonan beras analog. Hal ini dikarenakan tepung jagung merupakan bahan yang memiliki kadar protein yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Aini *et al.* (2016) dan Afkar *et al.* (2020), kadar protein tepung jagung berkisar antara 8,27–9,32%. Proses pengolahan tepung ubi jalar ungu menjadi beras analog ubi jalar ungu menghasilkan perbedaan kadar protein yang tidak signifikan. Kadar protein beras analog lebih rendah jika dibandingkan dengan beras analog ubi jalar ungu dengan campuran mocaf dan kacang pagar pada penelitian Putra (2016), yaitu sebesar 6,05%. Sebaliknya, kadar protein yang didapat lebih tinggi dari Srihari *et al.* (2016).

Berdasarkan data yang didapatkan, terjadi peningkatan sebesar 37% pada kadar karbohidrat setelah umbi

diolah menjadi tepung ubi jalar ungu. Hal ini terjadi karena proses pengeringan yang dilakukan. Semakin lama proses pengeringan maka semakin rendah kadar air sehingga kadar karbohidratnya semakin tinggi (Mahmuddin 2021). Peningkatan kadar karbohidrat setelah umbi diolah menjadi tepung signifikan berdasarkan hasil analisis statistik. Sebaliknya terjadi penurunan yang tidak signifikan jika dibandingkan kadar karbohidrat tepung dengan beras analog. Pada proses pembuatan beras analog, tepung ubi jalar ungu yang digunakan hanya sekitar setengah dari total bahan. Oleh karena itu, dilakukan penambahan bahan lain yang tinggi karbohidrat seperti tepung jagung dan pati sagu aren sebagai sumber karbohidrat. Penambahan bahan lain ini selain meningkatkan karbohidrat juga meningkatkan kadar lemak dan protein dari beras analog yang dihasilkan. Oleh karena itu, kadar karbohidrat antara tepung dengan beras tidak ada perbedaan yang signifikan. Beras analog ubi jalar ungu yang didapatkan pada penelitian ini memiliki kadar karbohidrat yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan beras analog mocaf, tepung ubi jalar, dan jelai pada penelitian Saragih *et al.* (2020) yaitu sebesar 87,26% serta beras analog pada penelitian Putra (2016) dengan kadar karbohidrat sebesar 83,15%.

Ubi jalar ungu memiliki kadar antosianin sebesar 31,79 mg/100 g. Kadar antosianin umbi ubi jalar ungu mengalami penurunan sebesar 89,08% setelah diolah menjadi tepung, sedangkan kadar antosianin dari tepung mengalami penurunan sebesar 79,54% setelah diolah menjadi beras analog, yaitu menjadi 0,71 mg/100 g. Umbi memiliki kadar antosianin tertinggi jika dibandingkan dengan tepung dan beras analog. Hal ini disebabkan umbi yang digunakan dalam keadaan segar atau mentah, sedangkan tepung dan beras analog sudah melewati tahap pengolahan. Kadar antosianin mengalami penurunan pada tiap proses pengolahan, yaitu ketika proses umbi menjadi tepung dan tepung menjadi beras analog. Penurunan kadar antosianin ini terjadi karena beberapa faktor. Pada pengolahan umbi menjadi tepung, penurunan kadar antosianin terjadi karena proses pengeringan yang dilakukan karena antosianin mudah rusak pada suhu yang tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Loypimai *et al.* (2015) menunjukkan bahwa antosianin stabil pada suhu kurang dari 40 °C. Selain itu, penurunan kadar antosianin pada proses pembuatan tepung terjadi karena irisan ubi jalar ungu direndam dalam air. Perendaman ini menyebabkan senyawa antosianin larut karena sifat antosianin yang larut air. Hal yang sama juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Husna *et al.* (2013), terjadi penurunan kadar antosianin sebesar 78,45% pada ubi jalar ungu pekat dan 86,95% pada ubi jalar ungu muda.

Penurunan kadar antosianin pada proses pengolahan tepung menjadi beras analog terjadi karena pengolahan dengan suhu tinggi pada proses ekstrusi dan pengeringan. Selain itu, kemungkinan terjadi oksidasi karena beras analog terpapar cahaya dan oksigen saat proses pendinginan sehingga menyebabkan penurunan kadar antosianin (Hongmei dan Meng 2015). Selain itu, formulasi dari beras analog yang hanya menggunakan sekitar setengah

tepung ubi jalar ungu dari total bahan serta tidak adanya penambahan bahan lain yang mengandung antosianin juga menyebabkan penurunan kadar antosianin pada beras analog yang dihasilkan. Penurunan kadar antosianin yang terjadi dapat dilihat dari warna produk yang dihasilkan. Ubi jalar ungu yang berwarna ungu gelap berubah warna menjadi ungu muda setelah diolah menjadi tepung. Begitu pula dengan beras analog yang dihasilkan. Warna beras analog menjadi ungu sangat pucat. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa proses pengolahan yang dilakukan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar antosianin yang dihasilkan.

Hasil analisis kadar β -karoten terhadap umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu didapatkan bahwa umbi ubi jalar ungu memiliki kadar β -karoten tertinggi, yaitu sebesar $1,77 \pm 0,14$ mg/100 g. Diikuti oleh tepung ubi jalar ungu dengan kadar β -karoten sebesar $0,15 \pm 0,02$ mg/100 g dan terjadi penurunan sebesar 91%. Sementara beras analog ubi jalar ungu memiliki kadar β -karoten terendah diantara ketiga sampel, yaitu sebesar $0,11 \pm 0,02$ mg/100 g. Penurunan kadar β -karoten dari tepung setelah diolah menjadi beras analog yaitu sebesar 26%. Sama seperti kadar antosianin, ubi jalar ungu memiliki kadar β -karoten tertinggi diantara ketiga sampel, hal ini disebabkan ubi jalar ungu dianalisis dalam keadaan mentah atau segar.

Kadar β -karoten mengalami penurunan pada tiap proses pengolahan seperti yang terjadi pada kadar antosianin. Penurunan ini terjadi karena proses pengolahan yang menggunakan suhu tinggi (pengeringan dan ekstrusi). β -karoten memiliki sifat tidak stabil pada suhu tinggi yang menyebabkan degradasi (Manasika dan Widjanarko 2015). Degradasi karoten ini terjadi karena proses oksidasi yang akan mengakibatkan reaksi pemutusan ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur β -karoten (Indriyani *et al.* 2018). Proses oksidasi ini akan mengubah senyawa karoten menjadi turunan epoksinya sehingga menyebabkan pudarnya warna senyawa β -karoten (Wahyuni dan Widjanarko 2015). Oksidasi pada karoten mudah terjadi karena adanya ikatan rangkap dalam struktur molekul karoten.

Penurunan kadar β -karoten dari umbi menjadi tepung signifikan berdasarkan hasil analisis statistik, tetapi penurunan kadar β -karoten dari tepung menjadi beras analog tidak signifikan. Hal ini terjadi karena pada proses pembuatan beras analog ditambahkan tepung jagung. Tepung jagung dilaporkan mengandung senyawa karotenoid seperti β -karoten. Tepung jagung mengandung β -karoten sebesar 0,24 mg/100 g (Hartaty *et al.* 2017). Penurunan kadar β -karoten juga terjadi pada penelitian sejenis seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Fauziah *et al.* (2015) dalam pembuatan tepung ubi jalar ungu dan penelitian oleh Fathoni *et al.* (2016) dalam pembuatan tepung ubi kayu.

Aktivitas antioksidan metode DPPH tertinggi diperoleh pada umbi diikuti oleh tepung dan beras analog ubi jalar ungu. Berdasarkan hasil yang didapat, aktivitas antioksidan mengalami penurunan di tiap proses pengolahan, mulai dari umbi menjadi tepung dan tepung menjadi beras analog. Penurunan aktivitas antioksidan ini terjadi

karena senyawa yang diduga berperan sebagai antioksidan yaitu antosianin dan β -karoten juga mengalami penurunan akibat proses pengolahan yang dilakukan. Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dan Winardi (2020). Dalam penelitian tersebut, terjadi penurunan aktivitas antioksidan pada umbi setelah mengalami proses pengolahan menjadi tepung, dan aktivitas antioksidannya juga mengalami penurunan setelah tepung diolah menjadi *cake*. Temuan serupa juga terlihat dalam penelitian yang dilakukan oleh Shaliha *et al.* (2017). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa proses pengolahan menggunakan suhu di atas 75 °C mengakibatkan penurunan aktivitas antioksidan pada ubi jalar ungu. Proses pengolahan yang dilakukan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan dari produk yang dihasilkan.

Berbeda dengan aktivitas antioksidan metode DPPH, hasil analisis PFRAP tidak menunjukkan adanya perbedaan aktivitas antioksidan pada setiap tahapan pengolahan. Hal ini diduga disebabkan senyawa antosianin dan β -karoten yang menjadi sumber antioksidan memiliki mekanisme antioksidan yang berbeda dengan mekanisme metode PFRAP sehingga tidak terjadi reaksi reduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Menurut Ifadah *et al.* (2021) antosianin memiliki atom oksigen positif pada molekulnya, hal ini menyebabkan antosianin memiliki potensi besar menjadi pendonor atom hidrogen. Miranda *et al.* (2020) menyatakan bahwa metode FRAP terbatas pada antioksidan yang larut air saja. Hal ini berarti β -karoten yang termasuk dalam kelompok karotenoid tidak dapat diukur karena termasuk dalam antioksidan yang larut dalam lemak. Miranda *et al.* (2020) juga menyatakan bahwa karotenoid tidak dapat mereduksi ion ferri sehingga tidak dapat terukur dengan metode FRAP. Proses pengolahan yang dilakukan terhadap umbi, tepung, dan beras analog ubi jalar ungu memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan dari produk yang dihasilkan. Berdasarkan nilai aktivitas antioksidan umbi, tepung, serta beras analog ubi jalar ungu dapat diperkirakan bahwa mekanisme aktivitas antioksidan oleh senyawa fungsional yang terkandung dalam umbi ubi jalar ungu adalah dengan melakukan donor atom hidrogen atau *hydrogen atom transfer*.

KESIMPULAN

Ubi jalar ungu segar memiliki kadar lemak 5,47%, kadar protein 26,93%, kadar karbohidrat 58,41%, kadar antosianin 31,79 mg/100 g, dan kadar β -karoten 1,77 mg/100 g. Aktivitas antioksidan umbi ubi jalar ungu berdasarkan metode DPPH sebesar 65,70% dan nilai PFRAP 119,64 mg AAE/g. Tepung ubi jalar ungu mengandung lemak sebanyak 1,06%, kadar protein 3,80%, kadar karbohidrat 92,75%, kadar antosianin 3,47 mg/100 g, dan kadar β -karoten 0,15 mg/100 g. Tepung ubi memiliki aktivitas antioksidan dengan metode DPPH sebesar 45,59% dan nilai PFRAP 119,36 mg AAE/g. Kandungan lemak, protein, karbohidrat, antosianin, dan

β -karoten beras analog ubi jalar ungu masing-masing sebesar 1,62%, 4,13%, 92,50%, 0,71 mg/100 g, dan 0,11 mg/100 g. Aktivitas antioksidan metode DPPH dan PFRAP beras analog sebesar 8,38% dan 119,58 mg AAE/g. Proses pengolahan umbi menjadi tepung menyebabkan penurunan kadar lemak, protein, antosianin, β -karoten, dan aktivitas antioksidan. Namun demikian, pengolahan umbi menjadi tepung menyebabkan peningkatan kadar karbohidrat. Tahap pengolahan yang berkontribusi dalam perubahan komponen kimia yaitu pada tahap pencucian, perendaman, pengeringan serta pengayakan. Proses pengolahan tepung menjadi beras analog menyebabkan penurunan kadar karbohidrat, kadar antosianin, kadar β -karoten, dan aktivitas antioksidan. Sebaliknya, pengolahan mengakibatkan peningkatan pada kadar lemak dan kadar protein. Tahap pengolahan yang berkontribusi dalam perubahan komponen kimia yaitu pada tahap formulasi, ekstrusi, serta pengeringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas hibah program *Matching Fund* Kedai Reka tahun 2022 dengan judul Komersialisasi Beras Analog Berbahan Dasar Umbi-umbian Lokal sebagai Pangan Fungsional untuk Kesehatan dan Pendirian Model *Teaching Factory* dalam Mendukung Program Merdeka Belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Aal ESM, Hucl P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal Chem* 76(3): 350–354. DOI: 10.1094/CCHEM.1999.76.3.350.
- Afkar M, Nisah K, Sa'diah H. 2020. Analisis kadar protein pada tepung jagung, tepung ubi kayu dan tepung labu kuning dengan metode Kjeldahl. *Amina* 1(3): 108–113. DOI: 10.22373/amina.v1i3.46.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2012. *Official methods of analysis*. Washington DC (US): AOAC International.
- Augustyn GH, Tetelepta G, Abraham IR. 2019. Analisis fisikokimia beberapa jenis tepung jagung (*Zea mays* L.) asal Pulau Moa Kabupaten Maluku Barat Daya. *Agritekno: J Teknologi Pertanian* 8(2): 58–63. DOI: 10.30598/jagritekno.2019.8.2.58.
- Akbar, Winarti S, Rosida. 2023. Pengaruh proporsi tepung sagu (*Metroxylon spp.*) dan tepung gembili (*Discorea esculentra*) dengan penambahan gliserol monostearat terhadap karakteristik mi basah. *G-Tech: J Teknologi Terapan* 7(3): 778–787. DOI: 10.33379/gtech.v7i3.2516.
- Aini N, Wijonarko G, Sustriawan B. 2016. Sifat fisik, kimia, dan fungsional tepung jagung yang diproses

- melalui fermentasi. *Agritech* 36(2): 160–169. DOI: 10.22146/agritech.12860.
- Aminullah, Mardiah, Riandi MR, Argani AP, Syahnirin G, Kemala T. 2018. Kandungan total lipid lemak ayam dan babi berdasarkan perbedaan jenis metode ekstraksi lemak. *J Agroindustri Halal* 4(1): 94–100. DOI: 10.30997/jah.v4i1.949.
- Arniati. 2019. Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) dengan Variasi Waktu Pengeringan. [Skripsi]. Pangkep: Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- Baba SA, Malik SA. 2015. Determination of total phenolic and flavonoid content, antimicrobial and antioxidant activity of a root extract of *Arisaema jacquemontii* Blume. *J Taibah University for Sci* 12(4): 449–454. DOI: 10.1016/j.jtusci.2014.11.001.
- Binalopa T, Hasbullah R, Ahmad U. 2019. Proses pratanak dan teknik penggilingan untuk mempertahankan mutu beras merah (*Oryza nivara*). *Pangan* 28(2): 109–119. DOI: 10.33964/jp.v28i2.427.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu di Daerah Perkotaan Menurut Komoditi Makanan dan Golongan Pengeluaran per Kapita Seminggu. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [BSN] Badan Standardisasi Indonesia. 2015. SNI 6128: 2015 Beras. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cisilya T, Lestario LN, Cahyanti MN. 2017. Kinetika degradasi serbuk antosianin daun miana (*Coleous scutellarioides* L. Benth) var. *crispa* hasil mikroenkapsulasi. *Chimica et Natura Acta* 5(2): 146–152. DOI: 10.24198/cna.v5.n3.16063.
- Damat D, Tain A, Winarsih S, Siskawardani DD, Rastikasari A. 2020. Teknologi Proses Pembuatan Beras Analog Fungsional. UMM Press, Malang. ISBN: 978-979-796-539-6.
- Djaeni M, Ariani N, Hidayat R, Utari FD. 2017. Ekstraksi antosianin dari kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) berbantu ultrasonik: Tinjauan aktivitas antioksidan. *J Aplikasi Teknologi Pangan* 6(3): 148–151. DOI: 10.17728/jatp.236.
- Dontha S. 2016. A Review on antioxidant methods. *Asian J Pharm Clin Res* 9(2): 14–32. DOI: 10.22159/ajpcr.2016.v9s2.13092.
- Elfariyanti, Nadira, Adriani A, Rinaldi. 2022. Analisis kandungan betakaroten pada ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) dari daerah Saree Aceh Besar sebagai antioksidan alami. Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu: Kolaborasi Multidisiplin Ilmu Untuk Bangkit Lebih Kuat di Era Merdeka Belaja 3(1): 234–240.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019. *The State of Food and Agriculture*. Rome: FAO.
- Fathoni A, Hartati NS, Mayasti NKI. 2016. Minimalisasi penurunan kadar beta-karoten dan protein dalam proses produksi tepung ubi kayu. *J Pangan* 25(2): 113–124. DOI: 10.33964/jp.v25i2.327.
- Fauziah F, Rasyid R, Fadhlany R. 2015. Pengaruh proses pengolahan terhadap kadar β -karoten pada ubi jalar varietas ungu (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) dengan metode spektrofotometri visibel. *J Farmasi Higea* 7(2): 152–161.
- Gul K, Tak A, Singh AK, Singh P, Yousuf B, Wani AA. 2015. Chemistry, encapsulation, and health benefits of β -carotene-A review. *Cogent Food Agric* 1(1): 1–12. DOI: 10.1080/23311932.2015.1018696.
- Handayani AM, Suhartatik N, Rahayu K. 2017. Aktivitas antioksidan bolu kukus ubi jalar ungu dengan variasi substitusi ubi jalar ungu dan lama fermentasi. *Syntax Literate: J Ilmiah Indonesia* 2(2): 19–30.
- Hanifa N. 2016. Pengembangan Beras Analog Ubi Jalar Ungu sebagai Pangan Fungsional Tinggi Serat dan Kaya Polifenol. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hidayah T, Pratjojo W, Widiarti N. 2014. Uji stabilitas pigmen dan antioksidan ekstrak zat warna alami kulit buah naga. *Indonesia J Chemical Sci* 3(2): 135–140.
- Hongmei Z, Meng Z. 2015. Microencapsulation of anthocyanins from red cabbage. *Int Food Res J* 22(6): 2327–2332.
- Hartaty MM, Parnanto NHR, Yudhistira B, Sanjaya AP. 2017. Karakteristik fisikokimia dan sensoris snack bar tepung labu kuning (*Cucurbita moschata*), tepung jagung (*Zea mays*), dan puree nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *J Teknol Hasil Pertanian* 10(2): 99–109. DOI: 10.20961/jthp.v10i2.29072.
- Husna NE, Novita M, Rohaya S. 2013. Kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu segar dan produk olahannya. *Agritech* 33(3): 296–302. DOI: 10.22146/agritech.9551.
- Ifadah RA, Wiratara PRW, Afgani CA. 2021. Ulasan ilmiah: antosianin dan manfaatnya untuk kesehatan. *J Teknologi Pengolahan Pertanian* 3(2): 11–21. DOI: 10.35308/jtpp.v3i2.4450.
- Indriyani NMD, Wartini NM, Suwariani NP. 2018. Stabilitas karotenoid ekstrak pewarna buah pandan (*Pandanus tectorius*) pada suhu dan pH awal penyimpanan. *J Rekayasa Manajemen Agroindustri* 6(3): 211–220. DOI: 10.24843/JRMA.2018.v06.i03.p04.
- Kammona S, Othman R, Jaswir I, Jamal P. 2014. Characterisation of carotenoid content in diverse local sweet potato (*Ipomoea batatas*) flesh tubers. *Int J Pharm Pharm Sci* 7(2): 347–351.
- Letelay OP, Hiariej A, Pesik A. 2020. Analisis beta karoten dan vitamin pada kulit dan daging buah pisang tongka langit (*Musa troglodytarum* L.) di kota Ambon. *J Agritechno* 13(1): 24–33. DOI: 10.20956/at.v13i1.243.

- Liang N, Kitts DD. 2014. Antioxidant property of coffee components: assessment of methods that define mechanisms of action. *Molecules* 19(11): 19180–19208. DOI: 10.3390/molecules191119180.
- Loypimai P, Moongnarm A, Chottanom P. 2015. Thermal and pH degradation kinetics of anthocyanins in natural food colorant prepared from black rice bran. *J Food Sci Technol* 2(12): 34–44. DOI: 10.1007/s13197-015-2002-1.
- Mahmuddin. 2021. Analisis pengaruh waktu dan suhu pengeringan terhadap karakteristik fisikokimia tepung buah nipah (*Nypa Fruticans*). *J Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 1(4): 1–12.
- Maigoda T, Judiono J, Purkon DB, Haerussana ANEM, Mulyo GPE. 2022. Evaluation of *Peronema canescens* leaves extract: Fourier Transform Infrared analysis, total phenolic, and flavonoid content, antioxidant capacity, and radical scavenger activity. *Maced J Med Sci* 10(A): 117–124. DOI: 10.3889/oamjms.2022.8221.
- Makahity AM, Dulanlebit YH, Nazudin. 2019. Analisis kadar karbohidrat, vitamin c, β -karoten dan besi (Fe) pada buah kersen (*Muntingia calabura* L) secara spektrofotometri uv-vis. *Molluca J Chem Education* 9(1): 1–8. DOI: 10.30598/MJoCEvol9 iss1pp1-8.
- Manasika A, Widjanarko SB. 2015. Ekstraksi pigmen karotenoid labu kabocha menggunakan metode ultrasonik (kajian rasio bahan: pelarut dan lama ekstraksi). *J Pangan Agroindustri* 3(3): 928–938.
- Maryam St, Baits M, Nadia A. 2016. Pengukuran aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) menggunakan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*). *J Fitofarmaka Indonesia* 2(2): 115–118. DOI: 10.33096/jffi.v2i2.181.
- Miranda DP, Arumsari A, Kurniaty N. 2020. Review artikel: uji aktivitas antioksidan ekstrak daging buah semangka dan albedo semangka dengan metode DPPH dan FRAP. *Prosiding Farmasi* 6(2): 992–997.
- Moharram HA, Youssef MM. 2014. Methods for determining teh antioxidant activity: a review. *J Food Sci Technol* 11(1): 31–42. DOI: 10.12816/0025348.
- Nasrullah, Husain H, Syahrir M. 2020. Pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap stabilitas pigmen antosianin ekstrak asam sitrat kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrizus*) dan aplikasi pada bahan pangan. *J Chemica* 21 (2): 150–162. DOI: 10.35580/chemica.v21i2.17985.
- Nurtiana W. 2019. Anthocyanin as natural colorant: a review. *Food Sciencetech J* 1(1): 1–7. DOI: 10.33512/fsj.v1i1.6180.
- Prasetyo AS, Ishartani D, Affandi DR. 2014. Pemanfaatan tepung jagung (*Zea mays*) sebagai pengganti terigu dalam pembuatan biskuit tinggi energi protein dengan penambahan tepung kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L). *J Teknosains Pangan* 3(1): 15–25.
- Prasetyo HA, Winardi RR. 2020. Perubahan komposisi kimia dan aktivitas antioksidan pada pembuatan tepung dan *cake* ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.). *J Agrica Ekstensia* 14(1): 25–32.
- Priska M, Peni N, Carvallo L, Ngapa YD. 2018. Review: antosianin dan pemanfaatannya. *Cakra Kimia e-J Appl Chem* 8(2): 79–97.
- Putra OIE. 2016. Studi Pembuatan Beras Analog dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) dengan Campuran Mocaf dan Kacang Pagar (*Phaseoulus lunatus* L.). [Skripsi]. Padang: Universitas Andalas.
- Putri P. 2019. Pengembangan *hybrid* tepung ubi jalar kaya antioksidan. *J Kesehatan* 10(2): 153–162. DOI: 10.26630/jk.v10i2.1105.
- Putri PG. 2023. Pengaruh penambahan campuran ubi jalar ungu dan tepung sagu terhadap pembuatan beras analog ubi kayu. *J Greenation Pertanian dan Perkebunan* 1(1): 12–22.
- Rahim A, Agape JH, Nugroho MFA, Kadir S, Jusman, Made U. 2021. Pengaruh konsentrasi sodium trimetphospate dan sodium tripolyphospat terhadap karakteristik kimia pati aren modifikasi. *Agrointek* 15(1): 389–398.
- Rahmi H. 2017. Review: Aktivitas antioksidan dari berbagai sumber buah-buahan di Indonesia. *J Agro-tek Indonesia* 2(1): 34–38. DOI: 10.33661/jai.v2i1.721.
- Saragih B, Nisyawati H, Sitohang B, Sigalingging CNS, Marwati. 2020. Formulasi mocaf, tepung ubi jalar ungu, dan jelai terhadap sifat sensoris, antioksidan, nilai gizi, profil FTIR dan indeks glikemik beras analog. *J Riset Teknologi Industri* 14(2): 297–308. DOI: 10.26578/jrti.v14i2.6479.
- Santosa I, Winata AP, Sulistiawati E. 2016. Kajian sifat kimia dan uji sensori tepung ubi jalar putih hasil pengeringan cara sangrai. *Chemica* 3(2): 55–60. DOI: 10.26555/chemica.v3i2.9226.
- Sari EM. 2020. Identifikasi kestabilan pigmen antosianin dari ketan hitam (*Oryza sativa* L *forma Glutinosa*) menggunakan metode akselerasi kerusakan. *Biolearning J* 7(1): 25–30. DOI: 10.36232/jurnal biolearning.v7i1.507.
- Shaliha LA, Abduh SBM, Hintono A. 2017. Aktivitas antioksidan, tekstur, dan kecerahan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas*) yang dikukus pada berbagai lama waktu pemanasan. *J Aplikasi Teknologi Pangan* 6(4): 141–144.
- Sirait J. 2019. Pengeringan dan mutu ikan kering. *J Riset Teknologi Industri* 13(2): 303–313. DOI: 10.26578/jrti.v13i2.5735.
- Srihari E, Lingganingrum FS, Alvina I, Anastasia S. 2016. Rekayasa beras analog berbahan dasar cam-

- puran tepung talas, tepung maizena, dan ubi jalar. *J Teknik Kimia* 11(1): 14–19.
- Sumakul HW, Susilawaty A, Habibi. 2020. Efektivitas penurunan kadar besi (Fe) dan kekeruhan pada air tanah dengan penambahan media kulit ubi kayu (*Manihot esculenta crantz*). *Higiene* 6(1): 8–14.
- Tombokan SGJ, Lumy FSN, Rono IDP, Wahyuni. 2021. Ubi jalar ungu meningkatkan kadar hemoglobin ibu hamil trimester III dengan anemia. *J Ilmiah Bidan* 9(1): 43–52. DOI: 10.47718/jib.v9i1.1511.
- Wahyuni DT, Widjanarko SB. 2015. Pengaruh jenis pelarut dan lama ekstraksi terhadap ekstrak karotenoid labu kuning dengan metode gelombang ultrasonik. *J Pangan Agroindustri* 3(2): 390–401.
- Werdhasari A. 2014. Peran antioksidan bagi kesehatan. *J Biotek Medisiana Indonesia* 3(2): 59–68.
- Yaningsih H, Admadi B, Mulyani S. 2013. Studi karakteristik gizi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* var Gunung Kawi) pada beberapa umur panen. *J Rekayasa Manajemen Agroindustri* 1(1): 21–30.
- Yaningtyas K. 2013. Karakterisasi Beras Cerdas Berbahan Dasar Tepung Ubi Jalar dan Mocaf. [Skripsi]. Jember: Universitas Jember.

JMP-08-23-28-Naskah diterima untuk ditelaah pada 7 Agustus 2023. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 9 Januari 2024. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi>