

## PROSPEK PENGEMBANGAN KOMODITAS SUMBER KARBOHIDRAT KAYA ANTOSIANIN MENDUKUNG DIVERSIFIKASI PANGAN FUNGSIONAL

### *Prospects of Anthocyanin-Rich Carbohydrates Sources Commodity Development to Support Functional Food Diversification*

Suarni, Muh. Aqil, dan Muh. Azrai

Balai Penelitian Tanaman Serealia

Jalan Dr. Ratulangi 274, Kotak Pos 173, Maros 90514

Telp. (0411) 371529, Faks. (0411) 371961

E-mail: [balitsereal@litbang.deptan.go.id](mailto:balitsereal@litbang.deptan.go.id), [balitsereal@yahoo.com](mailto:balitsereal@yahoo.com); [aaniyahya@yahoo.com](mailto:aaniyahya@yahoo.com)

Diterima: 20 Februari 2020; Revisi: 24 September 2020; Disetujui: 11 November 2020

#### ABSTRAK

Salah satu sumber bahan pangan fungsional adalah komoditas berbasis karbohidrat dan mengandung antosianin. Komoditas tersebut antara lain padi beras hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu. Senyawa antosianin merupakan pigmen yang memberikan warna ungu pada produk yang dihasilkan. Antosianin memiliki aktivitas antioksidan, yang mampu mengikat senyawa radikal dan melindungi tubuh dari penyakit. Fungsi fisiologis dari antosianin dalam bahan pangan telah menarik perhatian untuk dilakukan eksplorasi sifat *bioavailability*, fungsi pangan fungsional, dan tampilan produknya. Beberapa varietas unggul komoditas sumber karbohidrat kaya antosianin seperti padi hitam Jeliteng, jagung Srikandi Ungu, dan ubi jalar ungu Antin telah dilepas oleh Balitbangtan. Ke depan, pengembangan produk olahan pangan fungsional diharapkan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya perhatian masyarakat akan pentingnya kesehatan. Fungsi khusus antioksidan dari senyawa antosianin dapat menaikkan imun tubuh yang sangat dibutuhkan masyarakat, apalagi dalam masa pandemi Covid-19. Potensi pengembangan bahan pangan berantosianin memerlukan penelitian dari hulu hingga hilir, mulai dari perakitan varietas unggul mengandung antosianin lebih tinggi sampai teknologi pengolahan untuk menghasilkan produk olahan yang lebih berkualitas, dengan sifat fungsional yang lebih tinggi, dan disenangi oleh konsumen.

**Kata kunci:** Karbohidrat, antosianin, pangan fungsional, diversifikasi

#### ABSTRACT

*One of the sources of functional foodstuff is carbohydrate-based commodities which contain anthocyanin. These commodities include black rice, purple corn, and purple sweet potato. The anthocyanin compound is a pigment which is responsible for the purple color to the produced commodities. This compound possesses antioxidative activities which are able to bind with free radical compounds and protect human body against various diseases. Physiological function of the anthocyanin in foodstuff has attract particular interest for further exploration, particularly on its bioavailability nature, functional food ingredients, and its product's appearances. Several anthocyanin-rich varieties such as Jeliteng black rice, Srikandi Ungu corn, and Antin purple sweet*

*potato has been released by Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD). In the future, development of processed functional food product is expected to raise in line with the increase in the public's interest on the important of the health. The specific function of antioxidant derived from the anthocyanin compound enable human immunity increase which is recently getting popular, particularly during Covid-19 pandemic. Potential development of the foodstuffs associated with anthocyanin involves various research from upstream to downstream, starting from superior varieties development which contain higher anthocyanin content, by product creation with higher functional values and preferred by the consumers.*

**Keywords:** Carbohydrates, anthocyanin, functional food, diversification

#### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi pangan sumber karbohidrat yang cukup besar. Selain sumber karbohidrat, komoditas pangan dengan pigmen berwarna ungu, hitam, dan merah memberikan nilai tambah karena mengandung unsur fungsional, yakni antosianin yang berfungsi sebagai antioksidan. Komoditas pangan tersebut antara lain beras hitam, ketan hitam, beras merah, jagung ungu, dan ubi jalar ungu, yang selain sebagai pangan fungsional juga mempunyai nilai ekonomis tinggi. Komoditas pangan fungsional ini biasanya dibudidayakan dengan sistem pertanian organik, yang menghasilkan pangan sehat yang bebas cemaran agrokimia. Produk organik dapat diperoleh melalui budi daya dengan pengolahan lahan, penggunaan pupuk organik atau kompos tanpa pupuk sintetis, pengendalian hama dan penyakit tanaman menggunakan pestisida nabati, serta pengendalian gulma tanpa aplikasi herbisida sintetis (Mayrowani 2012).

Beras hitam mengandung antosianin 19,4-140,8 µg/100 g, sedangkan beras merah 0,3-1,4 µg/100 g (Sompong *et al.* 2011, Pengkumsri *et al.* (2015). Beras hitam memiliki aroma khas dengan penampilan yang spesifik dan unik. Jika dimasak, nasi beras hitam berubah warna menjadi

lebih pekat dengan rasa dan aroma yang menggugah selera makan. Beras ketan hitam memiliki sifat yang berbeda dengan beras hitam karena kandungan amilopektinnya lebih tinggi daripada beras hitam. Beras hitam dan ketan hitam dikenal sebagai pangan fungsional, yaitu pangan yang secara alami atau melalui proses tertentu mengandung satu atau lebih senyawa yang mempunyai fungsi fisiologi yang bermanfaat bagi kesehatan (Kristantini *et al.* 2014).

Jagung ungu atau *maiz morado* dalam bahasa Spanyol, adalah salah satu jenis jagung yang belum populer di Indonesia. Jagung ungu banyak dikembangkan di Amerika Selatan, khususnya di Pegunungan Andes. Di Indonesia, jagung ungu varietas Lokal terdapat di beberapa daerah seperti Sulawesi Utara, Gorontalo, dan daerah lainnya. Biji jagung berwarna ungu telah dimanfaatkan penduduk lokal sebagai bahan pewarna dan minuman. Warna ungu yang terdapat pada jagung ungu disebabkan oleh tingginya kandungan antosianin, yang merupakan nilai tambah dibanding jagung lainnya. Jagung ungu masak susu mengandung antosianin 1,46-5,91 µg/g dan masak fisiologis 5,51-36,751 µg/g (Suarniet *al.* 2015). Antosianin berperan penting sebagai bahan dasar berbagai produk diversifikasi pangan fungsional (Suarni dan Subagio 2013).

Sumber karbohidrat lainnya adalah ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). Berdasarkan pengamatan di lapangan, ubi jalar yang banyak ditemui adalah dengan warna daging umbi putih, kuning, dan oranye. Dalam beberapa tahun terakhir diketahui dua varietas ubi jalar dari Jepang dengan daging umbi berwarna ungu gelap yang diberi nama Ayamurasaki dan Yamagawamurasaki. Kedua varietas ubi jalar berwarna ungu ini telah diusahakan secara komersial dan pemanfaatannya sebagai bahan pangan memiliki prospek yang baik. Kandungan antioksidan pada ubi jalar ditunjukkan oleh warna ungu umbi yang pekat, semakin pekat warnanya semakin tinggi kandungan antosianin umbi. Ubi jalar ungu mengandung banyak antosianin dan polifenol lainnya yang merupakan antioksidan yang memberikan karakteristik warna pada ubi jalar ungu. Kadar antosianin ubi jalar bervariasi, bergantung pada intensitas warna ungu umbi, dapat mencapai 200mg/100g (Ginting *et al.* 2014).

Ketiga komoditas tersebut memiliki peluang untuk mendukung diversifikasi produk pangan fungsional. Pangan fungsional adalah bahan pangan yang mengandung komponen bioaktif yang memberikan efek fisiologis multifungsi bagi tubuh, mengatur ritme kondisi fisik, memperlambat penuaan, meningkatkan imunitas tubuh, dan menurunkan risiko penyakit tertentu (Jawi *et al.* 2016). Hal ini erat kaitannya dengan peranan antioksidan dalam memelihara dan menjaga kesehatan karena mampu menangkap molekul radikal bebas dan spesies oksigen reaktif, sehingga menghambat reaksi oksidatif yang merupakan penyebab penyakit degeneratif, seperti penyakit jantung, kanker, katarak, disfungsi otak, dan arthritis (Sugata *et al.* 2015, Mahadita

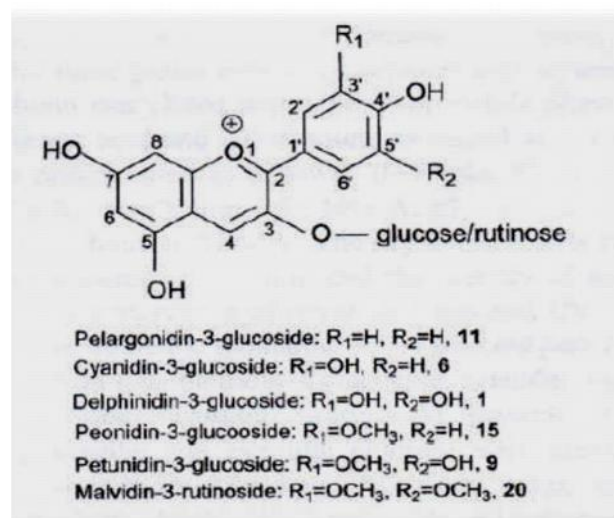
*et al.* 2016). Mengonsumsi pangan fungsional dapat meningkatkan imunitas tubuh. Oleh karena itu, permintaan terhadap pangan fungsional cenderung meningkat pada masa pandemi Covid-19.

Makalah ini mereview dan membahas peranan komponen antosianin pada komoditas sumber karbohidrat dalam mendukung program diversifikasi pangan dan pola konsumsi pangan sehat. Pembahasan diawali dengan aspek fisikokimia disertai pemanfaatannya sebagai antioksidan, kemudian diikuti oleh perlunya ketersediaan varietas komoditas pangan sebagai sumber antosianin, ragam produk olahan pangan potensial, serta potensi dan prospek pengembangan produk pangan fungsional berbasis karbohidrat berantosianin dengan aktivitas antioksidan.

## KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA SERTA MANFAAT SENYAWA ANTOSIANIN

Antosianin berasal dari bahasa Yunani, anthos berarti bunga, kyanos berarti biru. Antosianin adalah kelompok terpenting dari pigmen tanaman yang merupakan kelompok senyawa flavonoid yang memberikan warna oranye, merah, ungu, dan warna biru cerah pada sebagian besar buah, biji-bijian, sereal, sayuran, dan bunga (Khoo 2017). Antosianin merupakan sub tipe senyawa organik dari keluarga flavonoid, dan merupakan anggota kelompok senyawa yang lebih besar, yaitu polifenol. Senyawa antosianin yang paling banyak ditemukan adalah pelargonidin, peonidin, sianidin, malvidin, petunidin, dan delphinidin (Chaiyasut *et al.* 2016).

Park *et al.* (2008) mengevaluasi kandungan antosianin beras hitam (Heugjiubyeo) yang terdiri atas sianidin 3-O-glukosida, peonidin 3-O-glukosida, malvidin 3-O-glukosida, pelargonidin 3-O-glukosida, dan delphinidin 3-O-glukosida. Antosianin yang dominan adalah sianidin



Gambar 1. Struktur molekul antosianin (Li 2009).

3-glukosida (95%) dan peonidin 3-O-glukosida (5%). Warna ungu yang terdapat pada jagung ungu disebabkan oleh tingginya kandungan antosianin, khususnya jenis Chrysanthemin (cyanidin 3-O-glukosida, pelargonidin 3-O-B-D-glukosida) (Davies and Kevin 2004). Pada umumnya antosianin ubi jalar ungu sebagai cyanidin-caffeoy-fumaroy-sophoroside-3-O-glucoside, peonidin-caffeoyl-hydroxybenzoyl-3-O-glucoside, peonidin-caffeoyl-sophoroside-3-O-glucoside, dan peonidin-caffeoyl-fumaroyl-sophorosid-3-O-glucoside (Liu *et al.* 2013). Antosianin pada ubi jalar ungu adalah cyanidin dan paeonidin dengan kemampuan antioksidan setara dengan antioksidan standar BHT(butylated hydroxytoluene) (Jiao *et al.* 2012).

Sifat fisika dan kimia antosianin adalah komponen yang bersifat polar karena mempunyai cincin aromatik yang mengandung gugus bersifat polar (%OH, %CP%O, atau %OCH<sub>3</sub>) dan residu glukosil, sehingga secara keseluruhan merupakan molekul polar, yang larut dalam pelarut polar (Martín *et al.* 2017). Antosianin stabil pada pH 3,5 dan suhu 50°C, mempunyai berat molekul 207,08 g/mol dan rumus C<sub>15</sub>H<sub>11</sub>O (Socaci 2007). Suhartatik *et al.* (2013) menginformasikan semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu pemanasan, menyebabkan kerusakan antosianin semakin banyak terhadap ekstrak antosianin dari beras ketan hitam. Penyimpanan pada suhu rendah tidak menyebabkan perubahan kadar antosianin yang berarti, tetapi pada suhu kamar dan pH 7,0 dapat menurunkan kadar antosianin ekstrak dari 25 mg menjadi 1,87 mg/100 mL. Hal ini mempengaruhi kualitas warna dan nilai gizinya. Stabilitas antosianin juga dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik dalam produk, seperti pH, suhu penyimpanan, struktur kimia dan konsentrasi antosianin, cahaya, oksigen, enzim, protein, dan ion logam (Stanciu *et al.* 2010).

Sistem ikatan rangkap terkonjugasi juga mampu menjadikan antosianin sebagai antioksidan dengan mekanisme penangkapan radikal bebas, yaitu senyawa atau molekul yang mempunyai jumlah elektron ganjil atau tidak berpasangan tunggal pada lingkaran luarnya. Elektron tidak berpasangan tersebut menyebabkan instabilitas dan bersifat reaktif, dengan cara menyerang dan mengikat elektron molekul yang berada di sekitarnya. Hilang atau bertambahnya satu elektron pada molekul lain menciptakan radikal bebas baru dan mengakibatkan perubahan secara fisik dan kimiawi (Pham-Huy *et al.* 2008).

Dalam radikal bebas senyawa yang paling berbahaya adalah hidroksil (OH) karena memiliki reaktivitas paling tinggi. Molekul tersebut sangat reaktif dalam mencari pasangan elektron. Jika sudah terbentuk dalam tubuh akan terjadi reaksi berantai dan menghasilkan radikal bebas baru yang akhirnya membentuk radikal bebas dalam jumlah yang banyak (Low *et al.* 2007). Radikal bebas dapat dihasilkan dari hasil metabolisme tubuh dan faktor eksternal seperti asap rokok, hasil penyinaran ultra violet, zat kimiawi dalam makanan dan polutan lain. Radikal bebas

dapat merusak sel tubuh sehingga kemudian menyebabkan penyakit seperti kardiovaskuler, aterosklerosis, diabetes mellitus, dan kanker (Jiao *et al.* 2012, Fakriah *et al.* 2019). Paparan radikal bebas dalam waktu yang lama mempengaruhi berbagai fungsi tubuh diantaranya jantung, diabetes, obesitas, kanker, gangguan penglihatan, dan gangguan kesehatan lainnya (Tsuda 2012).

Antosianin mempunyai fungsi kesehatan yang sangat baik karena aktif sebagai antioksidan. Antioksidan ini menyumbangkan elektron kepada radikal bebas dan mengubahnya menjadi molekul tidak berbahaya. Antioksidan dapat menangkalkan radikal bebas dan melindungi sel-sel dari kerusakan oksidatif yang menyebabkan penuaan dan penyakit. Antioksidan juga dapat mencegah kerusakan pada membran pembuluh darah, membantu mengoptimalkan aliran darah ke jantung dan otak, melawan kanker yang menyebabkan kerusakan DNA, dan membantu menurunkan risiko penyakit jantung. Beberapa antioksidan dihasilkan dalam sel-sel manusia termasuk enzim dan molekul kecil *glutathione*, *uric acid*, *coenzyme Q-10*, dan *lipoic acid* (Maraver *et al.* 2014).

Selain itu, antosianin juga dapat merelaksasi pembuluh darah untuk mencegah aterosklerosis dan penyakit kardiovaskuler lainnya. Manfaat positif antosianin sebagai antioksidan untuk kesehatan manusia adalah untuk melindungi lambung dari kerusakan, menghambat sel tumor, meningkatkan kemampuan penglihatan mata, dan berfungsi sebagai senyawa anti-inflamasi yang melindungi otak dari kerusakan (Valenza *et al.* 2018). Penelitian Tsuda (2012) juga menyebutkan senyawa tersebut mampu mencegah obesitas dan diabetes, meningkatkan kemampuan memori otak, mencegah penyakit neurologis, dan menangkalkan radikal bebas dalam tubuh.

## KETERSEDIAAN ANTOSIANIN DALAM BERAS HITAM, JAGUNG UNGU, DAN UBI JALAR UNGU

Kelebihan dan kekurangan komoditas pangan sumber karbohidrat dengan komponen antosianin, dalam hal ini beras ketan hitam, jagung ungu, ubi jalar ungu, dapat dilihat pada Tabel 1. Pemerhati produk berantosianin dapat memilih ketiga komoditas pangan tersebut, dengan pertimbangan mempelajari kekurangan, kelebihan, dan menentukan pilihan sesuai kebutuhan.

Kandungan antosianin ketiga komoditas pangan ini beragam, dipengaruhi oleh varietas, dan lingkungan pertanaman. Komoditas beras hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu tidak termasuk komoditas dengan indikasi geografis, karena dapat dibudidayakan di berbagai daerah. Produksi dan komponen nutrisi dasar dan fungsional terdapat perbedaan pada setiap jenis lahan tetapi tidak nyata. Secara fisik, semakin pekat warna ungu

**Tabel 1. Keunggulan dan keterbatasan beras ketan hitam, ubi jalar ungu, jagung ungu sebagai bahan diversifikasi pangan fungsional.**

| Komoditi          | Keunggulan                                                                                                                                                                                                                      | Keterbatasan                                                                                                                                                             |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beras ketan hitam | Antosianin tinggi, (144,04 mg/100g) Yenrina <i>et al.</i> (2013).<br>Protein sedang (7,48%) Azis <i>et al.</i> (2015).<br>Lebih ke olahan tradisional.<br>Mudah diolah jadi tepung.<br>Sudah memasyarakat.                      | Di pasar dunia mahal.<br>Aplikasi produk terbatas.<br>Harga bahan lokal mahal.<br>Umur pertanaman panjang.                                                               |
| Jagung ungu       | Antosianin sedang, (40,47 mg/100g) dan protein agak tinggi (8,28-9,28%) Suarni <i>et al.</i> (2015).<br>Mulai masak susu ( $\pm 65$ hst) dapat dibuat aneka olahan spesifik.<br>Aplikasi akhir luas.<br>Umur pertanaman pendek. | Belum populer di masyarakat.<br>Baru mulai dibudidayakan.<br>Varietas Lokal: produksi rendah.                                                                            |
| Ubi Jalar ungu    | Antosianin tinggi, (61,8mg/100g) Husna <i>et al.</i> (2013).<br>Tersedia dijual di pasar.<br>Harga bahan murah.<br>Hasil tinggi 15-25 ton/ha.<br>Sudah memasyarakat.                                                            | Protein rendah (0,77% ubi segar) Ginting <i>et al.</i> (2014).<br>Umur pertanaman panjang,<br>Rendemen tepung rendah,<br>Aplikasi akhir terbatas,<br>Daya simpan rendah. |

lebih tinggi kadar antosianinnya. Penampilan padi beras hitam, ketan hitam, dan jagung ungu dalam bentuk pipilan kering, jagung ungu dari Shandong, dan ubi jalar ungu (Gambar 2).

### Beras Hitam dan Ketan Hitam

Di Indonesia ketan hitam mudah didapatkan di perkotaan maupun pedesaan, dan biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Harga beras ketan hitam lebih mahal dibanding ketan putih dan tepung ketan hitam lebih mahal dari tepung terigu. Beberapa contoh nama merk tepung ketan hitam yang dijual di pasaran yaitu Merbabu, Mahkota, Ketanku, dan lain-lain. Beras ketan hitam merupakan sumber pangan lokal yang kaya antosianin dan belum banyak dikembangkan sebagai pangan fungsional. Beras ketan hitam memiliki sifat yang berbeda dengan beras hitam karena kandungan amilopektinnya lebih tinggi daripada beras hitam. Ikatan rangkap terkonjugasi yang terdapat dalam aglikon antosianidin mampu menyerap cahaya pada rentang cahaya tampak dan akan memberikan warna merah, biru, dan ungu pada produk. Warna ini akan mengalami perubahan apabila terjadi dekomposisi struktur antosianin (Kristamtini *et al.* 2014, Abdullah 2017).

Padi beras hitam varietas lokal Cempo Ireng telah dikembangkan petani di beberapa lokasi di Sleman dan varietas lokal Melik di Bantul, Yogyakarta (Kristamtini *et al.* 2014). Galur harapan beras hitam BPK (beras pecah kulit) B13486d-4-12-PN-2 (BH)/tetua ketan hitam lokal/Mekongga dengan kandungan antosianin 78,11  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , amilosa 15%, dan B13486d-4-12-PN-3 (BH)/tetua ketan

hitam lokal/Mekongga dengan kadar antosianin 65,22  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  dan amilosa 15%, keduanya masih dalam tahap pengujian daya hasil dan multilokasi. Diharapkan kedua galur dapat dilepas sebagai varietas unggul padi beras hitam yang lebih baik dari varietas yang sudah ada (Abdullah 2017). Pada tahun 2019 telah dilepas varietas unggul beras hitam dengan nama Jeliteng yang dihasilkan oleh Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, mempunyai tekstur nasi pulen dengan kandungan amilosa 19,6%. Kandungan senyawa fenolik, sebagian besar yang berpigmen adalah antosianin yang merupakan senyawa aktif dengan nilai 7104,3  $\pm 417,9\text{ mg GAE}/100\text{ g BPK}$ .

### Jagung Ungu

Dewanti *et al.* (2015) telah mengevaluasi dua populasi jagung manis berwarna ungu dan kuning. Hasilnya menunjukkan karakter kuantitatifnya berpengaruh langsung terhadap hasil, yaitu jumlah biji per tongkol dan bobot 100 butir. Nilai kandungan gula jagung manis kuning tergolong sedang (10,63°brix) dan kandungan gula jagung manis ungu tergolong sangat tinggi (25,16°brix). Tinggi tongkol umumnya mempunyai hubungan positif dengan jumlah biji per tongkol. Populasi IX paling seragam dan diuji lebih lanjut pada seleksi berikutnya. Hasil penelitian menunjukkan potensi hasil jagung manis berwarna ungu lebih tinggi. Dalam hal ini warna ungu terdapat pada pericarp (kulit biji) dengan intensitas 45%. Warna ungu diduga memiliki kandungan antosianin (turunan cyanidin) 70% (Kristiari *et al.* 2013).

Sejumlah galur unggul jagung ungu telah dipilih untuk dilepas menjadi varietas unggul. Dalam bentuk



(a) Beras Hitam Jeliteng



(b) Beras Ketan Hitam



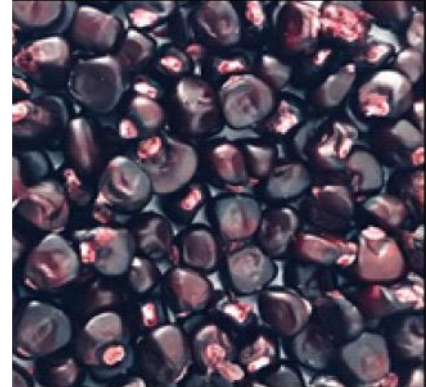
(c) Beras Ketan Hitam Lokal Sulsel



(d) Jagung Ungu Shandong, China (Mainland) Hybri



(e) Jagung Srikandi Ungu-1



(f) Jagung Ungu Lokal Gorontalo



(g) Ubi Jalar Ungu Antin 3



(h) Ubi Jalar Ungu Lokal Sulsel



(i) Ubi Jalar Ungu Ayamurasaki

**Gambar 2.** Beras ketan hitam, beras hitam, jagung ungu, ubi jalar ungu (c, e, f, h) dokumen pribadi dan (a, b, d, g, i) diakses 16 Juli 2020.

tepung, kandungan antosianin galur PMU(S1) Synth.F.C1 mencapai 51,36  $\mu\text{g/g}$  sianidin, PTU(S1) F.CO 37,15  $\mu\text{g/g}$  sianidin, PVU (S1)CO 20,86  $\mu\text{g/g}$  sianidin, dan PPU.(S1).C1 12,10  $\mu\text{g/g}$  sianidin (Suarni *et al.* 2015). Jagung ungu yang dievaluasi masih dalam bentuk galur dan setelah uji multilokasi diharapkan diperoleh galur yang dapat dilepas sebagai varietas unggul. Dari beberapa galur unggul tersebut terdapat jagung pulut dengan kandungan amilosa 5,77-8,02%. Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama, yaitu amilosa, amilopektin, dan bahan antara seperti lipid dan protein. Komponen tersebut berpengaruh terhadap sifat fungsional dan amilografi tepung jagung (Suarni 2014).

Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal) sedang menyiapkan jagung ungu yang dapat digunakan untuk diversifikasi pangan. Sebagai rujukan dalam perakitan varietas unggul, informasi kandungan antosianin jagung ungu lokal, ekstrak jagung ungu Pulut Manado, mempunyai kadar antosianin total  $341 \pm 8,68 \text{ mg CGE/L}$ , varietas Malang Biasa  $376 \pm 15 \text{ mg CGE/L}$ , dan varietas Malang Pekat  $2.394 \pm 17 \text{ mg CGE/L}$  (Chayati *et al.* 2020). Galur-galur jagung ungu lokal (Manado, Gorontalo, Palu, Malang, dan lain-lain) maupun introduksi disilangkan dan diuji adaptasi agar sesuai dengan kondisi lingkungan Indonesia. Pada tahun 2018 telah dilepas varietas unggul jagung ungu dengan nama Srikandi Ungu. Balitsereal juga merakit varietas unggul dengan produksi dan kadar antosianin yang lebih tinggi.

## Ubi Jalar Ungu

Aneka umbi merupakan sumber karbohidrat yang potensial dikembangkan sebagai bahan pangan pengganti beras. Salah satu komoditas umbi-umbian penting di Indonesia, ubi jalar banyak digunakan sebagai bahan pangan. Secara nasional, produksi ubi jalar pada tahun 2017 mencapai 2,26 juta ton dengan produktivitas 18,36 ton/ha (Badan Pusat Statistik 2015).

Masalah yang sering terjadi dalam pengembangan komoditas umbi-umbian, terutama di sentra produksi, adalah produksi melimpah pada saat panen raya sehingga harganya turun tajam. Kadar air yang tinggi setelah panen, mencapai  $\pm 65\%$ , menyebabkan umbi mudah rusak. Jika tidak segera diproses setelah panen terjadi perubahan visual pada umbi yang ditandai oleh timbulnya bercak berwarna biru kehitaman, kecokelatan (*browning*), lunak (kepayohan), berjamur, dan akhirnya busuk.

Mahmudatuss'adah *et al.* (2014) mengevaluasi ubi jalar ungu Ayamurasaki dengan kadar antosianin setara sianidin-3glukosida/g berat kering pada tiga lokasi, yaitu Cilembu, Sumedang (3,78 mg/g), Banjaran, Bandung (3,18mg/g), dan Pakembangan, Kuningan (2,25mg/g) Jawa Barat. Menurut Murtiningsih dan Suyanti (2011), kandungan karbohidrat yang tinggi menjadikan ubi jalar sebagai sumber kalori penting. Kandungan karbohidrat ubi jalar tergolong *Low Glycemix Index* (LGI 51), jika

dikonsumsi tidak akan menaikkan kadar gula darah secara drastis. Berbeda dengan ubi jalar, beras mengandung karbohidrat dengan *Glycemix Index* tinggi sehingga dapat menaikkan gula darah secara drastis. Oleh karena itu, ubi jalar sangat baik dikonsumsi oleh penderita diabetes.

Ginting *et al.* (2014) menyatakan ubi jalar ungu segar dengan kandungan air 70,46% (ubi segar) mengandung protein 0,77% dan antosianin 110,51 mg/100 g. Balitbangtan telah melepas ubi jalar ungu varietas Antin-2 dengan kadar protein 0,6%, vitamin C 22,1 mg/100 g, antosianin (130,2 mg/100 g), dan varietas Antin-3 dengan kadar protein 0,6%, vitamin C 20,1 mg/100 g, antosianin 150,7 mg/100 g, masing-masing dilepas pada tahun 2014.

## RAGAM OLAHAN PANGAN FUNGSIONAL

Beras hitam, ketan hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu dapat diolah menjadi berbagai produk mendukung diversifikasi pangan. Komoditas tersebut adalah pangan sumber karbohidrat yang mengandung antosianin yang merupakan komponen pangan fungsional. Sebenarnya masyarakat telah mengonsumsi produk pangan dari komoditas tersebut, tetapi belum memahami fungsinya sebagai produk pangan fungsional. Aneka produk olahan dari beras hitam, beras ketan hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Ragam produk olahan pangan fungsional dari beras hitam, beras ketan hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu.**

| Komoditas         | Produk olahan                                                       | Manfaat fungsional                                                                                                                                                                                     | Referensi                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Beras hitam       | <i>Snack bar</i><br>Minuman bubuk<br>Bakpao<br>Tepung tape          | Anti oksidan<br>Sehatkan jantung<br>Cegah diabetes, obesitas kanker, kemerosotan daya ingat dan kepikunan, katarak, hipoglikemik hipertensi, inflamasi, gangguan fungsi hati, infertilitas, arthritis. | Adiari <i>et al.</i> (2017)<br>Pramitasari <i>et al.</i> (2018)<br>Hidayat <i>et al.</i> (2019)<br>Dewi <i>et al.</i> (2019)                                                                                                 |
| Beras ketan hitam | Bolu kukus<br>Tape<br>Flake<br>Brownies<br>Minuman isotonik         | Antioksidan, sehatkan jantung, cegah diabetes, obesitas, kanker, kemerosotan daya ingat dan kepikunan, katarak, hipoglikemik, hipertensi, inflamasi, gangguan fungsi hati, infertilitas, arthritis     | Widanti and Suhartatik (2013)<br>Setiawati <i>et al.</i> (2013)<br>Dini <i>et al.</i> (2014)<br>Mustofa and Suhartatik (2018)                                                                                                |
| Jagung ungu       | Minuman sari<br>Dodol<br>Cake<br>Brownies<br>Es krim<br>Mie kering  | Antioksidan, sehatkan jantung, cegah diabetes, obesitas kanker, kemerosotan daya ingat dan kepikunan, katarak, hipoglikemik, hipertensi, inflamasi, gangguan fungsi hati, infertilitas, arthritis.     | Suarni <i>et al.</i> (2015)<br>Suarni <i>et al.</i> (2019)<br>Ramadhani (2019)                                                                                                                                               |
| Ubi jalar ungu    | Roti tawar<br>Selai<br>Jus<br>Cake<br>Es krim<br>Pure<br>Mie instan | Anti oksidan, sehatkan jantung, cegah diabetes, obesitas kanker, kemerosotan daya ingat dan kepikunan, katarak, hipoglikemik, hipertensi, inflamasi, gangguan fungsi hati, infertilitas, arthritis.    | Hardoko <i>et al.</i> (2010)<br>Ginting <i>et al.</i> (2011)<br>Palupi <i>et al.</i> (2012)<br>Ayu <i>et al.</i> (2014)<br>Ginting <i>et al.</i> (2014)<br>Mulyawanti <i>et al.</i> (2016)<br>Baharuddin and Asrawaty (2016) |

Sumber: Manfaat fungsional (Hariyanto *et al.* 2012, Valenza *et al.* 2018).

## Produk Olahan Berbasis Beras Hitam dan Ketan Hitam

Beras hitam dan ketan hitam dapat diolah menjadi makanan tradisional, semi tradisional hingga produk modern. Produk olahan makanan selingan snack bar berbasis bahan tepung okara dan tepung beras hitam memiliki kandungan gizi dan fungsional dengan kadar protein 19,60%, total gula 16,44%, serat kasar 15,58%, dan aktivitas antioksidan relatif tinggi 208,35 mg/L GAEAC (Adiari *et al.* 2017). Minuman bubuk hasil formulasi berbasis beras hitam memiliki aktivitas antioksidan  $93,33 \pm 0,95\%$  berdasarkan kemampuan penangkapan radikal DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil*), dan mampu mencukupi 3,68-4,52% kebutuhan energi total/takaran saji berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) lansia per hari (Pramitasari *et al.* 2018). Dalam pembuatan produk bakpao, kemampuan terbaik tepung beras hitam hanya 10% untuk dapat mensubstitusi terigu (90%), aktivitas antioksidan IC50 41,48 g/100g, daya kembang 52,41%, kadar protein 7,46% dengan tingkat penerimaan tekstur, rasa, warna dan aroma disukai (Hidayat *et al.* 2019). Dewi *et al.* (2019) memanfaatkan bahan tepung tape beras hitam dengan konsentrasi ragi 2%, pengolahan dengan metode tim memberikan hasil terbaik dengan komposisi nutrisi protein 41,83% dan kadar antosianin 2 ppm. Tepung tape beras hitam dapat diolah menjadi aneka olahan pangan fungsional.

Mustofa dan Suhartatik (2018) menginformasikan ekstrak bunga maya berpotensi dikembangkan sebagai senyawa pigmentasi pada minuman isotonik antosianin beras ketan hitam. Walaupun kadar antosianin menurun drastis dari 25 mg/L menjadi 2,82 mg/L selama proses pemanasan, aktivitas antioksidan dan total fenolik mengalami kenaikan selama proses penyimpanan.

Potensi pemanfaatan beras berantosianin diupayakan untuk terus dikembangkan, salah satunya adalah ekstraksi antosianin beras hitam menggunakan metode maserasi dengan pelarut air + asam sitrat selama 24 jam dan dilanjutkan dengan pengeringan semprot pada suhu 200°C menggunakan penyalut maltodekstrin 10%, kandungan antosianin total  $0,12 \pm 0,01$  mg/g, dan aktivitas penghambatan DPPH ( $46,22 \pm 0,24\%$ ). Bahan ini menghasilkan serbuk yang berpotensi diaplikasikan sebagai ingredien minuman fungsional karena memiliki sifat fisik yang menyerupai minuman serbuk komersial dan aktivitas antioksidan (Pramitasari dan Angelia 2020).

## Produk Olahan Berbasis Jagung Ungu

Kelebihan jagung ungu sebagai bahan pangan fungsional adalah cepat masak susu, hanya pada umur panen (65 HST) sudah dapat diolah dengan kadar antosianin 5,94 µg/g, mulai dari olahan sederhana tradisional, semi tradisional, hingga modern. Masyarakat di Gorontalo mengonsumsi air rebusan jagung ungu panen muda

sebagai minuman segar. Karakter fisikokimia jagung ungu yang dievaluasi yaitu calon varietas (PMU(S1) Synth.F.C1) dan varietas lokal Maluku termasuk karakter pulut (amilosa rendah, amilopektin tinggi) (Suarni *et al.* 2015). Jagung panen muda dapat diolah menjadi jus dan puding. Kedua produk tersebut masih memiliki kandungan antosianin walaupun sedikit menurun dari bahan dasar jagung masak susu calon varietas (PMU(S1) Synth.F.C1) memiliki kadar antosianin 5,91 µg/g. Olahan jus jagung ungu memiliki kandungan antosianin 4,43 µg/g dan protein 1,88% sedangkan olahan puding mengandung antosianin 4,04 µg/g dan protein 5,98%.

Jagung ungu dalam bentuk tepung dengan kandungan antosianin 36,74 µg/g dapat diolah menjadi produk dodol. Perlakuan yang paling disukai panelis adalah komposisi 155 g dengan lama pemasakan 30 menit. Produk tersebut masih memiliki kandungan antosianin 12,03 µg/g, dan protein 8,84% karena pemasakan relatif singkat. Tepung jagung ungu dapat mensubstitusi terigu hingga 80% untuk produk brownies walaupun panelis memberi skor paling tinggi pada substitusi 60% dan 70% dengan metode pemasakan kukus, kandungan antosianin 25,98 µg/g sianidin dan antioksidan 1,58% IC50 (Suarni *et al.* 2015).

Jagung varietas Srikandi Ungu memiliki rasa pulen karena mengandung amilosa rendah (6,66-9,37%). Karakter fisikokimia ini sangat menguntungkan dalam pengolahan karena cepat matang (Suarni *et al.* 2008), artinya kandungan antosianin tidak turun drastis. Jagung ungu masak susu yang diolah menjadi es krim diterima oleh panelis dengan status suka sampai sangat suka. Jagung ungu pipilan kering mengandung antosianin  $\pm 51,74$  mg/100 g, dapat diolah menjadi tepung, selanjutnya diolah menjadi berbagai produk, termasuk brownies yang memiliki tekstur kenyal dengan warna, rasa, dan aroma yang menarik (Suarni *et al.* 2019). Ramadhani (2019) telah memanfaatkan tepung jagung ungu varietas Srikandi Ungu dalam pembuatan mi kering, dengan kandungan antosianin 21,614-33,314 mg CyE/g dan antioksidan 58,35-61,15%.

Potensi jagung ungu terus dikembangkan dalam upaya menghasilkan aneka produk yang lebih berkualitas, dengan karakteristik fisikokimia sebagai landasan untuk memilih olahan yang sesuai. Produk yang dihasilkan antara lain menggunakan teknologi fortifikasi dengan bumbu, rempah yang mengandung aktivitas antioksidan (Suarni *et al.* 2019).

## Produk Olahan Berbasis Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu berwarna pekat mengandung antosianin 61,85 mg/100g, 17 kali lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan antosianin ubi jalar ungu muda 3,51 mg/100 g. Ubi jalar ungu pekat memiliki aktivitas antioksidan 59,25%, lebih besar daripada ubi jalar ungu muda 56,64%.

Penurunan kandungan antosianin pada produk olahan dari kedua jenis ubi jalar menunjukkan kecenderungan yang sama. Produk olahan ubi jalar ungu yang paling mampu mempertahankan kandungan antosianin adalah dalam bentuk ubi kukus, yaitu 34,14% pada ubi jalar ungu pekat dan 42,16% pada ubi jalar ungu muda. Tingkat penurunan tertinggi kandungan antosianin terdapat pada produk keripik yaitu 95,21% untuk ubi jalar ungu pekat dan 88,47% untuk ubi jalar ungu muda. Penurunan aktivitas antioksidan berbanding lurus dengan penurunan kadar antosianin pada semua produk olahan, kecuali pada keripik (Husna *et al.* 2013).

Palupi *et al.* (2012) menyatakan jus ubi jalar ketiga kultivar memiliki kemampuan meredam radikal bebas DPPH berbeda-beda. Aktivitas antioksidan tertinggi dimiliki berturut-turut jus ubi jalar ungu (kultivar Biru Mangsi) 25,13 ppm, jus ubi jalar kuning (kultivar Kuning Madu) 4,92 ppm dan jus ubi jalar putih (kultivar Kapasan) hanya 4,65 ppm. Ginting *et al.* (2011) menginformasikan retensi antosianin (kandungan antosianin yang masih tinggal dalam produk olahan umbi kukus masih cukup tinggi, mencapai 64,9%, pada umbi goreng 47,6%, dan selai 39,7%. Mulyawanti *et al.* (2016) menghasilkan pure dari campuran ubi jalar ungu dengan tepung kacang hijau dalam formula 45,25% ubi jalar ungu dan 51,75% tepung kacang hijau. Dari produk tersebut dihasilkan pasta ubi jalar ungu dengan kekenyalan 2,29 mm dan kandungan antosianin 42,42 mg/L. Bahan pure tersebut dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai produk olahan sesuai keinginan dengan memperhatikan status kandungan antosianin agar tidak turun drastis.

Salah satu produk diversifikasi ubi jalar ungu dalam bentuk *intermediate product* yaitu tepung. Tepung ubi jalar diproses dengan cara menghilangkan sebagian kadar air umbi. Tepung ubi jalar ungu berbentuk tepung dengan warna putih keunguan dan setelah terkena air berubah warna menjadi ungu tua. Dalam pembuatan tepung ubi jalar perlu diperhatikan proses pengeringannya agar dihasilkan tepung yang berkualitas. Proses pengupuan dapat dilakukan dengan energi panas dan biasanya kandungan air umbi diturunkan sampai kegiatan mikroba dan proses enzimatis tidak menyebabkan kerusakan.

Sifat kimia tepung ubi jalar ungu yang baik dapat dihasilkan dengan perlakuan pengeringan dengan kabinet dryer T60°C, tidak *blanching*. Tepung yang dihasilkan memiliki kadar air 4,62%, protein 3,15%, karbohidrat 90,49%, antosianin 20,01 ppm, dan pati 72,03% (Apriliyanti 2010). Roti tawar substitusi tepung ubi jalar ungu 15% terhadap terigu dan ditambah GMS 1,0% mempunyai nilai  $IC_{50}$  55833,78 ppm DPPH, mengandung air 29,23%, protein 4,65%, dan *dietary fiber* 4,30% (Hardoko *et al.* 2010). Dalam bentuk tepung pengeringan dengan sinar matahari, retensi antosianin (19,27%) dapat diolah dengan mensubstitusi tepung terigu seperti produk brownies, cookies, dan sejenisnya (Ginting *et al.* 2014). Baharuddin dan Asrawaty (2016) membuat mi instan berbasis tepung ubi jalar ungu dengan komposisi

substitusi 50% terigu. Produk olahan ini mengandung antosianin 25,25 mg/100 g dan disukai panelis.

Ubi jalar ungu potensial dikembangkan dengan cara menghasilkan produk yang disenangi konsumen dengan tetap memperhatikan aktivitas antioksidan. Produk yang dihasilkan antara lain dalam bentuk *waffle* (kudapan khas Belgia). Di Indonesia, *waffle* diolah dengan rasa manis sehingga disukai oleh anak-anak dan remaja. Substitusi tepung ubi jalar ungu termodifikasi 100% dapat menghasilkan produk *waffle* dengan kapasitas antioksidan 81,65 (mg GAEAC/kg), tekstur lembut (kelembutan) 1,64N, serat kasar 7,17%, dan disukai oleh panelis (Anggarawati *et al.* 2019).

Pada Gambar 3 dapat dilihat produk olahan diversifikasi pangan fungsional berantosianin dari bahan dasar beras ketan hitam, ubi jalar ungu, dan jagung ungu.

Semua produk berbasis ketiga komoditas tersebut mengalami penurunan kandungan antosianin pada proses pengolahan menjadi makanan siap konsumsi. Hal ini disebabkan karena senyawa turunan antosianin yaitu *flavillium cation* dan intinya kekurangan electron, sehingga sangat reaktif terhadap perubahan lingkungan, termasuk perubahan pH dan suhu (Stanciu *et al.* 2010). Peningkatan kekerasan dan penurunan elastisitas dan daya kohesif cake dan olahan sejenisnya dipengaruhi oleh tinggi kandungan protein, lemak, dan serat pangan dari tepung komposit organik. Selain gluten, stuktur material adonan bakery seperti cake dan produk lainnya juga dapat terjadi karena udara terperangkap oleh matriks yang terbentuk dari ikatan antara protein, pati, dan lipid. Amilosa mempengaruhi tingkat kekerasan produk karena kemampuannya membentuk ikatan hidrogen yang kuat antaramilosa maupun antara amilosa dan amilopektin setelah produk bakery dipanggang dan didinginkan (Yu *et al.* 2009, Suarni *et al.* 2013). Serat pangan yang tinggi juga dapat meningkatkan kekerasan produk (Suarni 2014) dan menurunkan elastisitas (Singh *et al.* 2012).

## POTENSI DAN PROSPEK PEMANFAATAN ANTOSIONIN SEBAGAI ANTIOKSIDAN DALAM BAHAN PANGAN

Perubahan gaya hidup dan pola konsumsi pangan masyarakat dapat berdampak negatif pada kesehatan konsumen itu sendiri karena dapat mengakibatkan penyakit degeneratif seperti kanker, jantung koroner, hipertensi, dan diabetes. Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi diketahui beras hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu mengandung antosianin tinggi yang berfungsi sebagai antioksidan dan mengandung mineral yang bermanfaat bagi kesehatan. Dalam beberapa tahun terakhir, sebagian masyarakat telah menyadari manfaat pangan fungsional bagi kesehatan yang tercermin dari banyaknya konsumen menengah ke



(a) Tape ketan hitam



(b) Brownies ketan hitam



(c) Es krim ketan hitam



(d) Keripik ubi jalar ungu



(e) Brownies ubi jalar ungu



(f) Es krim ubi jalar ungu



(g) Dodol jagung ungu



(h) Brownies jagung ungu



(i) Es krim jagung ungu

**Gambar 3.** Aneka produk pangan berbasis beras hitam, ubi jalar ungu, dan jagung ungu.

Sumber: Produk a, b, c, d, e, f diakses 19/12/2020, produk jagung ungu (Suarni *et al.* 2015, Suarni *et al.* 2019)

atas yang memerlukan pangan fungsional dalam upaya penyembuhan dan pencegahan penyakit degeneratif. Menurut Hariyanto *et al.* (2012) dan Valenza *et al.* (2018), antosianin dalam produk pangan olahan dapat menyehatkan jantung, mencegah diabetes, obesitas, kanker, kemerosotan daya ingat dan kepikunan, katarak, hipoglikemik, hipertensi, inflamasi, gangguan fungsi hati, infertilitas, dan arthritis.

Produksi beras hitam, jagung ungu dan ubi jalar ungu dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan varietas unggul maupun varietas lokal yang adaptif pada lahan petani dengan bimbingan penyuluh pertanian setempat. Varietas unggul baru beras hitam dilepas dengan nama Jeliteng, jagung ungu dilepas sebagai varietas Srikandi Ungu,

varietas unggul baru ubi jalar ungu diberi nama Antin. Beberapa varietas lokal beras hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu telah berkembang di beberapa daerah. Penyediaan bahan pangan ketiga komoditas tersebut telah dilakukan dengan berbagai upaya. Strategi alternatif yang dapat diterapkan dalam pengembangan beras hitam dan ketan hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu dalam mendukung diversifikasi pangan fungsional adalah: i) membangun mitra kerja secara berkelanjutan, ii) memperkuat kelembagaan, iii) memperluas jaringan pasar, iv) memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan kapasitas penjualan produk, v) mengembangkan produk dengan memanfaatkan sumber daya yang ada, vi) mengembangkan produk melalui penelitian, vii)

mengembangkan kredit modal, dan viii) memperbaiki kemasan produk untuk meningkatkan daya saing (Stefani *et al.* 2017).

Strategi ini diharapkan dijadikan pertimbangan oleh pemerintah pusat dan daerah, pihak swasta, dan kelompok tani dalam mengembangkan pangan fungsional dalam upaya peningkatan pendapatan petani dan pengembangan agribisnis. Beras ketan hitam diperlukan untuk produk olahan yang bersifat lengket pada adonan (Hanifah *et al.* 2016). Hasil penelitian menunjukkan usaha tani padi beras hitam di Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah memperoleh penerimaan sebesar Rp 8,97 juta/ha (Putra *et al.* 2016).

Selain beras hitam dan ketan hitam, strategi tersebut juga dapat diterapkan dalam pengembangan jagung ungu dan ubi jalar ungu, sesuai dengan daerah sasaran pengembangan. Khusus untuk jagung ungu varietas Srikandi Ungu, benihnya dalam kemasan 1 kg sudah tersedia di Unit Pengelola Benih Sumber (UPBS) Balitserreal. Seperti halnya promosi pengembangan jagung pulut di Sulawesi dan beberapa wilayah lainnya di Indonesia, pengembangan jagung ungu juga perlu pula dipromosikan secara intensif untuk dapat diadopsi petani (Suarni *et al.* 2019).

Ubi jalar ungu telah lama dikenal oleh sebagian masyarakat, terutama di Jawa Timur dan Jawa Tengah. Aneka produk pangan berbasis ubi jalar ungu telah berkembang menjadi bisnis industri rumah tangga dan dipasarkan di toko makanan sebagai pasar produk oleh-oleh bagi wisatawan, terutama di Kota Malang dan sekitarnya.

Jagung ungu memiliki daya saing tersendiri karena dapat lebih cepat dipanen, yaitu sejak masak susu, dan cepat pula dapat dikonsumsi untuk mendukung diversifikasi pangan fungsional. Menteri Pertanian mengapresiasi pengembangan jagung ungu “purple Sweet F1 Hybrid” dalam skala luas, yang merupakan varietas unggul asli Indonesia (Republika 8 Januari 2019). Pendanaan untuk pengembangan lebih lanjut disarankan menggandeng Badan Usaha Milik Negara (BUMN) atau Badan Usaha Milik Daerah (BUMD). Kementerian Pertanian berupaya menggandeng banyak pihak agar jagung ungu ini dapat segera dikembangkan karena memiliki manfaat fungsional yang memadai.

Mengingat pentingnya pangan fungsional bagi kesehatan, penelitian komoditas pangan fungsional seperti padi beras hitam dan padi ketan hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu perlu diperluas dari hulu hingga hilir, termasuk dalam mempercepat perakitan varietas unggul baru melalui teknologi biofortifikasi agar memiliki kandungan antosianin yang lebih tinggi dari varietas sebelumnya. Dari varietas unggul baru ketiga komoditas pangan tersebut diharapkan mengandung antosianin dengan intensitas warna kuat dan relatif stabil meskipun telah melalui proses pengolahan (Lestario *et al.* 2011). Pemanfaatan antosianin sebagai zat antioksidan dalam bahan pangan berperan penting untuk kesehatan. Melalui

sentuhan teknologi, termasuk fortifikasi dan penggunaan bumbu yang mengandung antioksidan, diyakini mampu meningkatkan kualitas produk pangan fungsional berbasis komoditas beras hitam, ketan hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu.

## KESIMPULAN

Pada komoditas beras, jagung dan ubi jalar, yang mengandung banyak antosianin adalah beras hitam, ketan hitam, jagung ungu, dan ubi jalar ungu yang masing-masing memiliki karakter fisikokimia pati yang berbeda. Hal ini merupakan dasar dalam pemilihan produk olahan yang sesuai, terutama komposisi amilosa dan amilopektin. Ketiga komoditas dapat diolah menjadi aneka produk pangan fungsional dengan mengeksplorasi komponen antosianin yang memiliki antioksidan. Masing-masing komoditas mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam pemanfaatannya sebagai bahan diversifikasi pangan fungsional berbasis karbohidrat berantosianin dengan antioksidan.

Pengembangan pangan fungsional menggunakan ketiga komoditas tersebut, sesuai kebutuhan, perlu mempertimbangkan lahan yang akan digunakan, produk unggulan, konsumen, dan pasar. Penelitian diperlukan untuk menghasilkan varietas unggul baru komoditas pangan yang memiliki kandungan antosianin yang lebih tinggi, teknologi pengolahan untuk menghasilkan produk olahan yang lebih berkualitas, dengan sifat fungsional yang lebih tinggi, dan disukai konsumen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, B. (2017). Peningkatan kadar antosianin beras merah dan beras hitam melalui biofortifikasi. *J. Litbang Pertanian* 36(2):91–98.
- Adiari, N., Agung, I. and Putra, M. (2017). Pengembangan pangan fungsional berbasis tepung okara dan tepung beras hitam (*Oryza sativa* L. indica) sebagai makanan selingan bagi remaja obesitas. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)* 6(1):51–57.
- Anggarawati, N.K.A., Ekawati, I.G.A. and Wiadnyani, A.A.I. (2019). Pengaruh substitusi tepung ubi jalar ungu termodifikasi (*Ipomea batata* var *Ayamurasaki*) terhadap karakteristik waffle. *J. Ilmu dan Teknologi Pangan* 8(2):160–170.
- Apriliyanti, T. (2010). *Kajian Sifat Fisikokimia Dan Sensori Tepung Ubi Jalar Ungu (Ipomoea Batatas Blackie) Dengan Variasi Proses Pengeringan*. 91 Hlm. Skripsi Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian Univ. Sebelas Maret.
- Ayu, K., Rachmawanti, D. and Sigit, B. (2014). . Kajian sifat sensoris dan fungsional cake ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.) dengan berbagai variasi bahan baku. *Jurnal Teknosains Pangan* 3(1):124–134.
- Azis, A., Izzati, M. and Haryanti, S. (2015). Aktivitas antioksidan dan nilai gizi dari beberapa jenis beras dan millet sebagai bahan pangan fungsional Indonesia. *J. Biologi* 4(1):45–61.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Republik Indonesia (2015). *Produksi Ubi Jalar Indonesia*. Available at: <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/883> [16 Juli 2020].

- Baharuddin and Asrawaty (2016). Aplikasi tepung ubi jalar ungu dalam pengolahan mie instan fungsional. *J. Agrominansia* **1**(2):90–103.
- Chaiyasut, C., Sivamaruthi, B.S., Pengkumsri, N., Sirilun, S., Peerajan, S., Chaiyasut, K. and Kesika, P. (2016). Anthocyanin profile and its antioxidant activity of widely used fruits, vegetables, and flowers in Thailand. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* **9**(6):218 – 224.
- Chayati, I., Sunarti, Marsono, Y. and Astuti, M. (2020). Pengaruh varietas, fraksi pengayakan, dan jenis pelarut terhadap kadar antosianin, fenolik total, dan aktivitas antioksidan ekstrak jagung ungu. *Jurnal Riset Teknologi Industri* **14**(1):13–25.
- Davies and Kevin, M. (2004). *Plant Pigments and Their Manipulation*. Wiley-Blackwell. p. 6. ISBN 978-1-4051-1737-1.
- Dewanti, D., Basunanda, P. and Purwantoro, A. (2015). Variabilitas karakter fenotipe dua populasi jagung manis (*Zea mays* L. kelompok Saccharata). *Vegetalika* **4**(4):35–47.
- Dewi, M., Nurhidayah, F. and Aminah, S. (2019). Kadar antosianin, total fenol dan sifat sensoris tepung tape beras hitam berdasarkan variasi metode pengolahan dan konsentrasi ragi. *J. Pangan dan Gizi* **9**(2):94–109.
- Dini, R.R., Besar, O.I. and Andriani, R. (2014). Pengolahan brownies kukus ketan hitam di Hotel Sovoy Homann Bidakara Bandung. *J. Pariwisata* **1**(1):16–27.
- Fakriah, E., Kurniasih, Adriana and Rusyadi (2019). Sosialisasi bahaya radikal bebas dan fungsi antioksidan alami bagi kesehatan. *Jurnal Vokasi* **3**(1):1–7.
- Ginting, E., Utomo, J.S., Yulifianti, R. and Yusuf, M. (2011). Potensi ubi jalar ungu sebagai pangan fungsional. *IPTEK Tanaman Pangan* **6**(1):116–138.
- Ginting, E., Yulifianti, R. and Jusuf, M. (2014). Ubi jalar sebagai bahan diversifikasi pangan lokal. *J. PANGAN* **3**(2):194–207.
- Hanifah, N., Wibowo, A. and Setyowati, N. (2016). Strategi pengembangan usaha beras hitam organik (Studi Kasus di Kelompok Tani Gemah Ripah Kecamatan Karangpandan Kabupaten Karanganyar). *AGRISTA* **4**(3):181–191.
- Hardoko, Hendarto, L. and Siregar, T.M. (2010). Pemanfaatan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir) sebagai pengganti sebagian tepung terigu dan sumber antioksidan pada roti tawar. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* **21**(1):25 – 32.
- Hariyanto, A., Fatmawati, H. and Sugiyanta (2012). Ubi jalar ungu sebagai stimulator kemampuan angiogenesis pada tikus model diabetes. *UNEJ Jurnal* **1**(1):1–4.
- Hidayat, R., Sugitha, I.M. and Wiadnyani, A.A.I.S. (2019). Pengaruh perbandingan tepung beras hitam (*Oryza sativa* L. indica) dengan terigu terhadap karakteristik bakpao. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* **8**(2):207–215.
- Husna, E.N., Novita, M. and Rohaya, S. (2013). Kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu segar dan produk olahannya. *Jurnal Agritech* **33**(3):296–302.
- Jawi, I., Sutirta-Yasa, I. and Mahendra, A. (2016). Antihypertensive and antioxidant potential of purple sweet potato tuber dry extract in hypertensive rats. *Bali Medical Journal (Bali Med J)* **5**(2):65–68.
- Jiao, Y., Jiang, Y., Zhai, W. and Yang, Z. (2012). *Studies on Antioxidant Capacity of Anthocyanin Extract from Purple Sweet Potato (Ipomoea Batatas L)*. *African Journal of Biotechnology*.
- Khoo, H.E. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins/ : colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food Nutr Res* **6**(1):1–21.
- Kristamtini, Taryono, Basunanda, P. and Murti, R.H. (2014). Keragaman genetic dan korelasi parameter warna beras dan kandungan antosianin total sebelas kultivar padi beras hitam lokal. *Jurnal Ilmu Pertanian* **1**(17):90–103.
- Kristiari, D., Kendarini, N. and Sugiharto, A. (2013). Seleksi tongkol ke baris (ear to row selection) jagung ungu (*Zea mays* var Ceratina Kulesh). *Jurnal Produksi Tanaman* **1**(5):408–414.
- Lestario, L., Rahayuni, E. and Timotius, K. (2011). Kandungan antosianin dan identifikasi antosianidin dari kulit buah Jenitri (*Elaeocarpus angustifolius* Blume). *Jurnal AGRITECH* **31**(2):93–101.
- Li, J. (2009). *Total Anthocyanin Content in Blue Corn Cookies as Affected by Ingredients and Oven Types*. *Disertation. Department of Grain Science and Industry College of Agriculture. Kansas University. Manhattan, Kansas*. Pp 111.
- Liu, X., Mu, T., Sun, H., Zhang, M. and Chen, J. (2013). Optimisation of aqueous two-phase extraction of anthocyanins from purple sweet potatoes by response surface methodology. *Food Chemistry* **141**:3034 –3041.
- Low, W.J., Mary, A., Nadia, O., Benedito, C., Filipe, Z. and David, T. (2007). Ensuring the supply of and cdeating demand for a biofortified crop with a visible trait: lessons learned from the introduction of orange-fleshed sweet potato in drought-prone areas of Mozambique. *Food and Nutrition Bulletin* **28**(2):S258 – S270.
- Mahadita, G., Jawi, M. and Suastika, K. (2016). Purple sweet potato tuber extract lowers mallondialdehyde and improves glycemic control in subjects with type 2 diabetes mellitus. *Global Advanced Research Journal of Medicine and Medical Sciences* **5**(7):208–213.
- Mahmudatussa'adah, A., Ferdiaz, D., Andarwulan, N. and Kusnandar, F. (2014). Karakteristik warna dan aktivitas antioksidan antosianin ubi jalar ungu. *J. Teknologi dan Industri Pangan* **25**(2):175–184.
- Maraver, J. and C., Oropesa-Avila, M. and, Vega, M. and, Mata, A. and de la Pavon, M. and, Alcocer-Gómez, A. and, ... Sánchez-Alcázar, D. and J. (2014). Clinical applications of coenzyme Q10. *Frontiers in bioscience* **19**.
- Martín, J., Navas, M., Jiménez-Moreno, A. and Asuero, A. (2017). Anthocyanin pigments: Importance, sample preparation and extraction. Phenolic compounds–Natural sources, importance and applications. *In Tech*:117–152.
- Mayrowani, H. (2012). Pengembangan pertanian organik di Indonesia. *Jurnal Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian* **30**(2):91–108.
- Mulyawanti, I., Slamet, B. and Sedarwanti, Y. (2016). Optimasi formula dan struktur mikroskopik pasta bebas gluten berbahan dasar pure ubi jalar ungu dan tepung kacang hijau. *J. Agritech* **36**(6):15–22.
- Murtiningsih and Suyanti (2011). Membuat tepung umbi dan variasi olahannya. *Jakarta: Agro Media Pustaka*.
- Mustofa, A. and Suhartatik, N. (2018). Stabilitas minuman isotonik antosianin beras ketan hitam dengan senyawa kopigmentasi ekstrak bunga belimbing (Averrhoa carambola). *J. Agritech* **38**(1):1–6.
- Palupi, E.S., Sarto, M. and Pratiwi, R. (2012). Aktivitas antioksidan jus ubi jalar kultivar Lokal sebagai penangkal radikal bebas 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). *Jurnal Sains & Matematika* **1**(1):13–16.
- Park, Y.S., Kim, S.-J. and Chang, H.-I. (2008). Isolation of anthocyanin from black rice (Heugjinjubyeo) and screening of its antioxidant activities. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol* **36**(1):55–60.
- Pengkumsri, N., Chaiyasut, C., Saenjum, C., Sirilun, S., Peerajan, S., Suwannalert, P., Sivamaruthi, B.S. (2015). Physicochemical and antioxidative properties of black, brown and red rice varieties of North Thailand. *Food Sci. Technol. Campinas* **35**(2):331–338.

- Pham-Huy, L.A., He, H. and Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidant in disease and health. *International Journal of Biomedical Science* **4**:89–96.
- Pramitasari, R. and Angelia, N. (2020). Ekstraksi, pengeringan semprot, dan analisis sifat fisikokimia antosianin beras hitam (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* **9**(2):83–94.
- Pramitasari, R., Astuti, M. and Marsono, Y. (2018). Formulasi minuman bubuk berbahan dasar beras hitam (*Oryza sativa* L. indica) untuk lansia penyandang diabetes mellitus tipe 2. *J. Agrotech* **38**(1):16–22.
- Putra, A., Setyowati, N. and Ani, S. (2016). Efisiensi usahatani padi beras hitam di Kabupaten Karanganyar. *SEPA* **13**(1):48–52.
- Ramadhani, N.R. (2019). *Pengaruh Pengolahan Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Kandungan Senyawa Antosianin Pada Pembuatan Mi Kering Berbasis Jagung Ungu (Zea Mays L.)*. Skripsi Fak. Pertanian. 75 Hal. Universitas Hasanuddin.
- Setiawati, H., Marsonoa, Y. and Sutedja, A.M. (2013). Kadar antosianin dan aktivitas antioksidan flake beras merah dan beras hitam dengan variasi suhu perebusan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi. Journal of Food Technology and Nutrition* **12**(1):29–38.
- Singh, M., Liu, S. and Vaughn, S. (2012). Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* **1**:348–352.
- Socaciu, L. (2007). *Food Colorants: Chemical and Functional Properties* CRC Press, London.
- Sompong, R., Siebenhandl-Ehn, S., Linsberger-Martn, G. and Berghofer, E. (2011). Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. *Food Chemistry* **124**:132–140.
- Stanciu, G., Lupsor, S., Sava, C. and Zagan, S. (2010). Spectrophotometric study on stability of anthocyanin extract from black grapes skins. *Ovidius University Annals of Chemistry* **219**(1):101–104.
- Stefani, E., Nurmalina, R. and Rifin, A. (2017). Strategi pengembangan usaha beras hitam pada Asosiasi Tani Organik Sawangan di Kabupaten Magelang. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research* **3**(1):57–66.
- Suarni (2014). Peranan sifat fisikokimia dan komponen fungsional jagung sebagai landasan inovasi teknologi diversifikasi pangan. *Pengembangan Inovasi Pertanian* **32**(3):47–55.
- Suarni, Aqil, M. and Firmansyah, I.U. (2008). Starch characterization of several maize varieties for industrial use in Indonesia. *Proceeding of The 10th Asian. Regional Maize Workshop*. pp. 74–78.
- Suarni, Aqil, M. and Subagio, H. (2019). Potensi pengembangan jagung pulut mendukung diversifikasi pangan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* **38**(1):1–12.
- Suarni, Firmansyah, I.U. and Aqil, M. (2013). Keragaman mutu pati beberapa varietas jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* **32**(1):50–56.
- Suarni and Subagio, H. (2013). Prospek pengembangan jagung dan sorgum sebagai sumber pangan fungsional. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* **32**(3):47–55.
- Suarni, Suliastiningrum, A., Taufik, M. and Mauludya (2015). *Karakteristik Fisikokimia Dan Pemanfaatan Jagung Pulut Ungu Untuk Beberapa Produk Olahan*. 52 Hlm. Laporan Penelitian Koordinatif Balitseral-BB. Pascapanen.
- Sugata, M., Chien, Y. and Shih, Y. (2015). Anti-inflammatory and anticancer activities of Taiwanese purple-fleshed sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L. Lam) extracts. *BioMed Research International. Hindawi Pub. Corporation. Vol. 2015, Article ID 768093*. p. 10 p.
- Suhartatik, N., Karyantina, M., Mustofa, A., Cahyanto, M., Raharjo, S. and Rahayu, E.S. (2013). Stabilitas ekstrak antosianin beras ketan (*Oryza sativa* var. glutinosa) hitam selama proses pemanasan dan penyimpanan. *J. Agrotech* **33**(4):384–390.
- Tsuda, T. (2012). Anthocyanin as functional food factor. *Food science and technology research* **18**(3):315–324.
- Valenza, A., Bonfanti, C., Pasini, M.E. and Bellosta, P. (2018). Anthocyanins function as anti-inflammatory agents in a drosophila model for adipose tissue macrophage infiltration. *BioMed Research International*.
- Widanti, Y.A. and Suhartatik, N. (2013). Kadar antosianin dan aktivitas antioksidan beberapa produk olahan ketan hitam. *Prosiding Sem. Nas. Pemanfaatan Sumber Daya Lokal Menuju Pangan Nasional*. pp. 224–228.
- Yenrina, R., Aisman and Putra, Y.A. (2013). Pengaruh cara pemasakan beras ketan hitam (*oryza sativa* glutiniosa) dan penambahan jahe terhadap karakteristik sari ketan hitam sebagai minuman fungsional. *Prosiding Sem. Nasional PATPI*. pp. 33–42.
- Yu, S., Ying, M. and Wen, S. (2009). Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *J. Cereal Sci.* **50**:139–144.