

P R O S I D I N G

SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN PANGAN DAN HASIL PERTANIAN 2015

**“Peranan Penelitian Pangan dan Hasil Pertanian
dalam Mendukung Kedaulatan Pangan”**

Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada

13 Agustus 2015

**Diterbitkan oleh:
Gadjah Mada University Press**

Publikasi resmi

**Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) Cabang Yogyakarta
bekerjasama dengan:
Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Gadjah Mada
Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG) Universitas Gadjah Mada**

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL**

**HASIL PENELITIAN PANGAN
DAN HASIL PERTANIAN 2015**

**“Peranan Penelitian Pangan dan Hasil Pertanian dalam
Mendukung Kedaulatan Pangan”**

ISBN: 978-602-386-074-6

Tim Editor

Prof. Dr. Y. Marsono
Prof. Dr. Sardjono
Prof. Dr. Purnama Darmadji
Dr. Pudji Hastuti
Dr. Chusnul Hidayat
Prof. Dr. Umar Santoso
Dr. FMC Sigit Setyabudi
Zaki Utama, STP, MP.

**Diterbitkan oleh:
Gajah Mada University Press**

Publikasi resmi

**Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) Cabang Yogyakarta
bekerjasama dengan:
Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gajah Mada
Pusat Studi Pangan dan Gizi (PSPG) Universitas Gajah Mada**

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| KATA PENGANTAR DARI KETUA PANITIA SEMINAR | iii |
| KATA PENGANTAR DARI KETUA TIM EDITOR..... | iv |
| DAFTAR ISI | v |

GIZI DAN KESEHATAN

| | |
|--|----|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pengaruh Pemberian Tokotrienol terhadap Profil Lipid Serum Tikus Putih (<i>Rattus norvegicus</i>) yang Diberi Diet Aterogenik Tatit Novi Sahara dan Ferry F. Karwur | 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Konsumsi Minuman Isotonik Antosianin Kulit Kedelai Hitam (<i>Glycine max</i> (L) Merrit) dalam Hubungannya dengan Kebugaran dan Aktivitas Antioksidan Pada Orang yang Diuji Fisik dengan Metode HST (<i>Harvard Step up Test</i>): Studi Komparatif pada Perokok dan Non-Perokok Arif Prashadi Santosa, Mary Astuti, Agnes Murdiati, dan Santosa Budiharjo..... | 10 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Kemampuan Penghambatan Aktivitas Enzim Alfa-Glukosidase Ekstrak <i>Defatted Rice Bran Var. Menthikwangi</i> Sri Hartati, Y. Marsono, Suparmo dan Umar Santoso | 23 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Efek Hipolipidemik Tepung dan Konsentrat Protein Koro Pedang Putih (<i>Canavalia Ensiformis</i>.L) pada Tikus Diabetes Melitus Induksi Streptozotocin-Nicotinamide Agnes Murdiati, Riski Ayu Anggreini , Y.Marsono dan Supriyanto | 29 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pengaruh Lama Preparasi sebelum Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan Kunir Putih (<i>Curcuma mangga</i> Val.) Ari Santo Purwo, Dwiwati Pujimulyani, dan Agus Slamet..... | 35 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Efek Konsumsi Buah Salak Pondoh (<i>Salacca edulis</i> Reinw cv. <i>Pondoh</i>) terhadap Profil Lipid Tikus Hiperkolesterolemia Setyaningrum Ariviani dan Nur Heriyadi P | 41 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan Formula Sereal Beras Hitam sebagai Pangan Fungsional Mary Astuti dan Y. Marsono | 51 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Pati terhadap Sifat Fisik dan Tingkat Kesukaan Beras <i>Artificial</i> dari Oyek dengan Penambahan Kacang Koro (<i>Mucuna pruriens</i>) Itsnaini Putranti, Bayu Kanetro, dan Dwiwati Pujimulyani | 57 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Sub-Chronic Hepatotoxicity Evaluation of Stinging Nettle (<i>Urtica dioica</i> L.) Leaf Extract on Sprague Dawley Rats Zatil A. Athaillah, Endang Prangdimurti, and Fransisca R. Zakaria..... | 64 |

- **Fortifikasi Zat Besi (Fe) pada Beras Analog dengan Penambahan Tepung Daun Singkong**
Purwa Tri Cahyana, Indah Kurniasari, dan Ade Saepudin 70
- **Komposisi Gizi, Kadar Antosianin, dan Aktivitas Antioksidan Beras Hitam**
Nani Ratnaningsih dan Prihastuti Ekawatiningsih 76
- **Pengaruh Tepung Kentang Kleci terhadap Sifat Sensoris dan Fisik Roti Manis**
Henny Krissetiana Hendrasty dan Rahayu Dyah Astuti 87
- **Effect of Banana Flour (*Musa paradisiaca* Linn.) Substitution on Sensory Acceptability, Textural Properties, and Colour of Cookies** 91
Anastasia Fitria Devi, Wirasuwasti Nugrahani, Zatil Afrah Athaillah, Teuku Beuna Bardant, and Aspiyanto 91

KIMIA PANGAN

- **Enzymatic Interesterification of Sesame Oil and Palm Stearin Using Immobilized Lipase from *Rhizopus oryzae* to Obtain Margarine Fat**
Linda Windiarti, Retno Indrati, Tyas Utami, dan Pudji Hastuti 99
- **Aktivitas Antioksidan *Infused Water* dengan Variasi Jenis Jeruk (Nipis, Lemon, dan Baby) dan Buah Tambahan (Stroberi, Anggur Hitam dan Kiwi)**
Ika Harifah, Akhmad Mustofa, dan Nanik Suhartatik 106
- **Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Krokot (*Portulaca oleracea* L)**
Sukardi, Sri Winarsih, dan Pritarani Rahmatika 112
- **Karakteristik Biskuit Tepung Komposit Ubi Kayu dan Ubi Jalar**
Umar Hafidz Asy'ari Hasbullah, Sri Handajani, dan Gusti Fauza 118
- **Sifat Fisik, Kimia dan Akseptabilitas *Meat Analog* yang Diperkaya Tepung Kacang Kedelai dan Kacang Tunggak dengan Penambahan Ekstrak Wortel**
Sisca Diani Rosalina, Dwiwati Pujimulyani dan Bayu Kanetro 126
- **Pengaruh Konsentrasi Asam Asetat dan Lama Perendaman terhadap Sifat Fisik dan Kimia Gelatin Kulit Kaki Ayam Buras**
Meity Sompie, S.E. Surtijono, Juliance Pontoh, dan Christina Junus 133
- **Kadar Vitamin C, Fenol Total dan Mineral Bagian-Bagian Rimpang Kunir Putih (*Curcuma mangga* Val.)**
Dwiwati Pujimulyani 138
- **Ekstrak Biji Duwet (*Syzygium cumini* Linn.) sebagai Antioksidan Alami Pada Sistem Emulsi (O/W) Minyak Ikan Patin (*Pangasius hypenthalamus*) sebagai Pangan Model**
Rohadi, Sri Raharjo, Iip Izul Falah dan Umar Santoso 144
- **Karakteristik Nanoemulsi Minyak Atsiri Pala (*Myristica fragrans* Houtt) dengan Variasi Konsentrasi Minyak dan Surfaktan**
Yuliani Aisyah, Novi Safriani, Nida El Husna 153
- **Acceptability of *Aloe Vera* (*Aloe vera* var. *Chinensis*) Powder Microencapsulated with Maltodextrin**
Chatarina Wariyah and Riyanto 161

KOMPOSISI GIZI, KADAR ANTOSIANIN, DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BERAS HITAM

Nani Ratnaningsih dan Prihastuti Ekawatiningsih

Program Studi Pendidikan Tata Boga, Jurusan Pendidikan Tata Boga dan Busana,
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
E-mail: nratnaningsih@yahoo.com, nani_ratnaningsih@uny.ac.id

Abstrak

Beras hitam (*Oryza sativa* L. *indica*) merupakan salah satu varietas beras langka yang mempunyai pigmen ungu tua dan dibudidayakan di Asia Selatan dan Cina, termasuk Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi komposisi gizi, kadar antosianin, dan aktivitas antioksidan beras hitam dari wilayah Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Sampel beras hitam yang diteliti berasal dari Sleman (beras cempo ireng), Bantul (beras melik), Banjarnegara (beras wulung), dan Wonosobo (beras kertek). Sampel dianalisis komposisi gizi (abu, protein total, lemak total, karbohidrat *by difference*, dan Fe), warna dengan Hunter colorimeter, kadar antosianin total, kadar cyanidin-3-glukosida dengan HPLC, dan aktivitas antioksidan *in vitro* berdasarkan pemerangkapan radikal bebas DPPH. Komposisi gizi beras hitam dari keempat wilayah menunjukkan perbedaan signifikan, dengan kisaran kadar abu 0,71-1,69%, protein total 8,40-10,44%, lemak total 2,33-2,88%, karbohidrat 85,04-86,07%, dan Fe 5,64-8,07 ppm (berdasarkan berat kering). Warna beras hitam menunjukkan perbedaan signifikan dengan L^* (*lightness*) 12,34-20,43, a^* (*redness*) 2,55-4,22, b^* (*yellowness*) 0,45-2,27, C (*chroma*) 2,74-4,32, dan *hue* (h°) 1,02-1,45. Kadar antosianin total dan kadar cyanidin-3-glukosida beras hitam menunjukkan perbedaan signifikan dengan kadar masing-masing berkisar 159,31-359,51 mg/100 g dan 101,27-172,27 mg/100 g. Aktivitas antioksidan beras hitam berdasarkan pemerangkapan radikal bebas DPPH juga berbeda signifikan dan berkisar 68,97-85,29%. Hasil penelitian menunjukkan beras hitam dari Wonosobo (beras kertek) mempunyai kadar antosianin dan aktivitas antioksidan tertinggi dibandingkan beras hitam dari tiga wilayah lain.

Kata kunci: beras hitam, komposisi gizi, antosianin, antioksidan

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L) merupakan salah satu sereal paling penting di dunia terutama di benua Asia. Ada banyak varietas padi yang menghasilkan berbagai jenis beras. Berdasarkan warna pigmen pada aleuron dan endosperm, beras dapat dibedakan menjadi beras putih, beras merah, beras coklat, beras hijau, beras ungu kehitaman, dan beras hitam (Ichikawa dkk., 2001; Lee dkk., 2006; Kim dkk., 2008). Beras hitam merupakan salah satu varietas beras langka yang mempunyai pigmen ungu tua dan banyak dibudidayakan di Asia Selatan dan Cina. Negara penghasil beras hitam di dunia antara lain Cina (62%), Sri Lanka (8,6%), Indonesia (7,2%),

India (5.1%), Filipina (4.3%), Bangladesh (4.1%), dan sedikit di Malaysia, Thailand dan Myanmar (Chaudhary, 2003). Di Cina beras hitam dikenal sebagai beras terlarang (*forbidden rice*) karena tidak sembarang orang boleh mengkonsumsinya selain kalangan bangsawan. Pemanfaatan beras hitam di beberapa negara seperti Cina, Korea, Jepang, dan India, tidak hanya sebagai bahan pangan namun juga sebagai obat.

Beras hitam (*Oryza sativa* L *indica*) merupakan salah satu jenis beras yang sudah lama dikenaldi Indonesia. Beberapa daerah di Indonesia sudah sejak zaman dulu membudidayakan padi beras hitam, antara lain di Surakarta, Wonosobo dan Temanggung dikenal sebagai beras Wulung, di

Cibeusi, Subang, Jawa Barat dikenal sebagai beras Gadog, di Yogyakarta dinamakan beras Cempo Ireng (di Sleman) dan beras Melik (di Bantul), di Kendari dinamakan Pae Biyu Nggolopua, di Tanatoraja dinamakan Pare Durian-ujung, di Gowa dinamakan Pare Puluk lontong, dan di Nusa Tenggara Timur dinamakan Aen Metan dan Hare Kwa (Suhartini dan Suardi, 2010; Kristamtini dkk., 2014).

Beras hitam sebagai salah satu bahan pangan lokal di sebagian wilayah Indonesia mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan beras putih dan beras merah. Keunggulan beras hitam antara lain kadar protein lebih tinggi dibandingkan dengan beras putih dan beras merah, kadar asam linoleat lebih tinggi daripada asam oleat, dan kadar mineral seperti Fe, Zn, dan Mn lebih tinggi daripada beras putih (Lee dkk., 2006). Jung dan Eun (2003) melaporkan beras hitam mengandung asam amino esensial, asam lemak esensial, selulosa, mineral (Fe, Zn, Cu, Mn, dll), vitamin (B1, B2, B6, D, dll), dan niasin. Berbagai hasil penelitian terakhir membuktikan beras hitam, baik dalam bentuk ekstrak, bekatul maupun utuh, mampu mengurangi resiko penyakit degeneratif seperti penyakit kardiovaskuler (Xia dkk., 2006; Wang dkk., 2007), anemia karena defisiensi Fe (Wang dan Guo, 2007), kanker (Hui dkk., 2010; Chatthongspisut dkk., 2015), hipertrigliseridemia (Yang dkk., 2011), hiperlipidemia dan resistensi insulin (Guo dkk., 2007), obesitas (Kim dkk., 2013), dan bersifat immunomodulasi (Phetpornpaisan dkk., 2014). Sifat fungsional beras hitam tersebut berkaitan dengan adanya senyawa flavonoid, yang didominasi oleh antosianin (Abdel-Aal dkk., 2006). Antosianin beras hitam didominasi oleh dua senyawa cyanidin, yaitu cyanidin-3-glukosida dan peonidin-3-glukosida (Abdel-Aal dkk., 2006; Hiemori dkk., 2009; Lee, 2010).

Seperti di beberapa negara Asia, beras hitam di Indonesia semula hanya dikonsumsi oleh kalangan bangsawan dan untuk upacara adat. Namun saat ini beras hitam mulai dikenal dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat umum karena manfaat fungsionalnya. Penelitian beras hitam sebagai sumber antosianin dan sifat fungsionalnya sudah banyak dipublikasikan di berbagai jurnal internasional oleh peneliti dari Korea, Cina, dan

Jepang, namun publikasi tentang komposisi gizi, kadar antosianin, dan aktivitas antioksidan beras hitam yang berasal dari Indonesia masih terbatas, padahal beras hitam merupakan salah satu varietas beras lokal Indonesia yang sudah ada sejak zaman dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi komposisi gizi, kadar antosianin, dan aktivitas antioksidan beras hitam dari wilayah Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Informasi ilmiah yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pemanfaatan beras hitam pada produk pangan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat

Sampel beras hitam yang diteliti berasal dari 4 daerah, yaitu beras melik dari Sampurna Agro, Desa Kedon, Ganjuran, Bantul; beras cempo ireng dari Kelompok Tani Sarana Makmur, Dusun Mbarak, Margoluwih, Seyegan, Sleman; beras wulung dari Desa Karangkoar, Banjarnegara, Jawa Tengah; dan beras hitam dari daerah Kertek, Wonosobo, Jawa Tengah. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis meliputi senyawa standar cyanidin-3-glukosida (Extrasynthese, Genay Cedex, Perancis), larutan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl hidrat) (Sigma-Aldrich Co., USA), dan reagen kimia lain. Peralatan analisis yang digunakan meliputi kolorimeter Hunter, spektrofotometer uv-vis, HPLC dengan reversed-phase C₁₈ column, dan detektor uv-vis.

Analisis proksimat, Fe, dan warna

Analisis proksimat meliputi kadar air (metode thermogravimetri), kadar abu (metode pengabuan kering), kadar protein total (metode Kjeldahl), kadar lemak (metode Soxhlet), dan kadar karbohidrat (*by difference*). Penentuan kadar Fe dilakukan dengan metode Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). Warna beras hitam ditentukan dengan Chromameter CR-400 (Konica Minolta Optics Inc.) dan dinyatakan sebagai nilai L^* , a^* , dan b^* , kemudian dihitung nilai *chroma* (C) dan *hue* (h°) dengan rumus sebagai berikut:

$$Chroma(C) = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\text{hue}(h^{\circ}) = \arctan\left(\frac{b}{a}\right)$$

Penentuan kadar antosianin total

Kadar antosianin total dianalisis dengan metode Abdel-Aal dkk. (2006). Sampel beras hitam yang sudah dihaluskan sebanyak 3 gram diekstraksi dua kali dengan menambahkan 24 mL metanol yang diasamkan dengan 1,0 N HCl (85:15, v/v) lalu diaduk pada 1800 rpm selama 30 menit dan dipertahankan pada pH 1,0 sebelum dan sesudah pengadukan. Ekstrak kasar disentrifugasi pada 6000 g selama 20 menit sebanyak 2 kali. Supernatan dipisahkan dan dimasukkan ke labu takar 50 mL lalu ditepatkan sampai tanda dengan penambahan metanol yang diasamkan. Kurva standar dibuat dengan menggunakan standar cyanidin-3-glukosida pada konsentrasi 0,00-0,02 mmol (0-27 µg/3 mL). Absorbansi diukur dengan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 535 nm. Kadar antosianin total dinyatakan dalam µg/g dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar antosianin total} = A \times 288,21$$

di mana A = absorbansi.

Penentuan kadar cyanidin-3-glukosida

Analisis kadar cyanidin-3-glukosida pada beras hitam dilakukan dengan HPLC mengacu prosedur Durst dan Wrolstad (2001) dengan modifikasi. Standar cyanidin-3-O-glucoside chloride (Extrasynthese, Genay Perancis) sebanyak 0,0010 g dimasukkan ke labu ukur 5 ml dan ditambah eluen A sehingga diperoleh konsentrasi 200 ppm. Kemudian diambil 100 µL larutan standar 200 ppm dan ditambah 900 µL eluen A sehingga diperoleh konsentrasi 20 ppm. Selanjutnya dibuat deret konsentrasi larutan standar cyanidin-3-O-glucoside chloride mulai dari 0,625; 1,25; 2,5; 5,0; sampai 10 ppm, dan digunakan sebagai kurva standar.

Sebanyak 5 gram sampel beras hitam yang sudah dihaluskan dengan mortardimasukkan ke dalam conical 50 ml, ditambah dengan 25 ml n-heksana untuk menghilangkan lemaknya dan divorteks selama 1 menit. Fase n-heksana

dihilangkan dengan mengeringkannya pada waterbath. Selanjutnya ditimbang ± 3 gram ekstrak dan diekstraksi dengan 25 ml MeOH yang telah diasamkan dengan 1,0 N HCl (85:15; v/v) sebanyak 2 kali, lalu divorteks selama 1 menit. Fase MeOH yang telah diasamkan diambil dan dimasukkan ke conical 50 ml, dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, lalu ditepatkan sampai tanda. Selanjutnya disaring dengan millex 0,45 µM dan diinjeksikan ke HPLC.

Kolom HPLC yang digunakan adalah C18 dengan eluen A terdiri dari CH₃COOH: CH₃CN: H₃PO₄:H₂O dengan perbandingan 10:5:1:84 dan eluen B berupa CH₃CN. Selanjutnya dilakukan sistem elusi gradient (Tabel 1). Kecepatan alir sebesar 1,3 ml/menit. Detektor yang digunakan adalah PDA (Photodiode Array) pada panjang gelombang 520 nm.

Tabel 1. Sistem elusi gradient untuk analisis kadar cyanidin-3-glukosida dengan HPLC

| Waktu (menit) | Eluen A (%) | Eluen B (%) |
|---------------|-------------|-------------|
| 0 | 98 | 2 |
| 5 | 98 | 2 |
| 10 | 80 | 20 |
| 25 | 60 | 40 |
| 30 | 100 | 0 |

Penentuan pemerangkapan radikal bebas DPPH

Pemerangkapan radikal bebas DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhidrazyl hidrat) ditentukan dengan modifikasi metode Li dkk (2007) dengan cara mencampur 0,2 mL ekstrak beras hitam dengan 3,8 mM larutan DPPH (dalam metanol) dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu kamar dan kondisi gelap. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang 515 nm. Pemerangkapan radikal bebas DPPH dinyatakan dalam prosentase dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Pemerangkapan radikal bebas DPPH (\%)} = \frac{A_{DPPH} - A_s}{A_{DPPH}} \times 100\%$$

di mana: A_{DPPH} = absorbansi larutan DPPH dan A_s = absorbansi larutan sampel.

Rancangan percobaan dan analisis data

Penelitian dilakukan sebanyak 2 batch dengan ulangan masing-masing sebanyak 3 kali sehingga

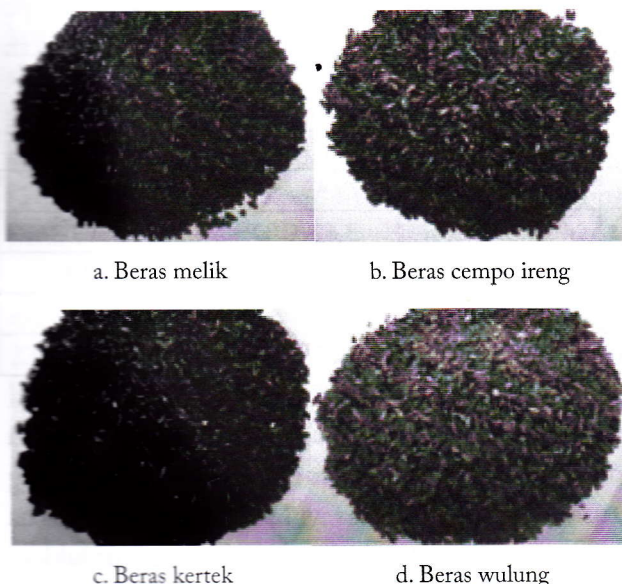
diperoleh 6 data, kecuali kadar cyanidin-3-glukosida tanpa ulangan. Analisis data dilakukan dengan *One Way Anova* dan bila ada perbedaan signifikan dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampilan visual beras hitam

Pulau Jawa merupakan salah satu pulau penghasil beras hitam di Indonesia. Beberapa daerah di Pulau Jawa yang membudidayakan padi beras hitam meliputi Surakarta, Boyolali, Sragen, Wonosobo, Temanggung, Banjarnegara, Sleman, dan Bantul. Padi beras hitam yang dibudidayakan tersebut merupakan padi lokal dengan masa tanam yang cukup lama berkisar 150 hari atau 5 bulan sehingga petani enggan untuk membudidayakannya. Kendala lain adalah hama burung yang sangat menyukai padi beras hitam dibandingkan dengan padi varietas lain. Biasanya padi beras hitam dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi maupun rendah dengan tidak banyak membutuhkan air.

Penampilan visual beras hitam yang digunakan sebagai bahan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Secara visual keempat jenis beras hitam mempunyai penampilan yang berbeda. Beras cempo ireng dan beras kertek mempunyai karakteristik visual yang hampir sama, yaitu bentuk beras lonjong dan warna hitam kecoklatan, sedangkan beras melik dan beras wulung mempunyai bentuk agak bulat dan warna ungu kehitaman.



Gambar 1. Beras hitam yang diteliti

Komposisi gizi beras hitam

Kadar abu, protein, lemak, karbohidrat, dan Fe pada keempat sampel beras hitam menunjukkan perbedaan signifikan (Tabel 2). Kadar abu merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya mineral pada bahan pangan sehingga kadar mineral beras hitam tertinggi pada beras cempo ireng dan beras kertek dan terendah pada beras wulung. Hasil ini sesuai dengan kadar abu beras hitam dari Thailand dan Cina (Sompong dkk., 2011), serta dari Brazil (Paiva dkk., 2015). Kadar protein total beras hitam berkisar 8,41-10,44% dengan kadar tertinggi pada beras melik dan terendah pada beras kertek. Ini menunjukkan beras hitam mempunyai kadar protein lebih tinggi daripada beras putih dan beras merah (Jeung dan Eun, 2003; Lee dkk., 2006). Kadar protein ini mirip dengan penelitian Sompong dkk (2011) dan Wu dkk (2013), namun lebih rendah dibandingkan dengan beras hitam Korea (Lee, 2010) dan lebih tinggi dibandingkan beras hitam Brazil (Pavia dkk., 2015). Kadar lemak beras hitam berkisar 2,38-2,88% dengan kadar tertinggi pada beras melik dan terendah pada beras wulung, mirip dengan publikasi Wu dkk (2013) dan Paiva dkk (2015) namun lebih rendah dibandingkan dengan Sompong dkk (2011). Ini menunjukkan beras hitam mempunyai kadar lemak lebih tinggi dibandingkan beras putih dan beras merah. Kang dkk (2011) melaporkan beras hitam didominasi oleh asam oleat, asam linoleat, dan asam palmitat. Karbohidrat beras hitam berkisar 85,04-86,07%, tertinggi pada beras kertek dan terendah pada beras cempo ireng, sesuai dengan penelitian Paiva dkk (2015).

Tabel 2. Komposisi gizi beras hitam (berdasarkan berat kering)

| Sampel beras hitam | Komposisi gizi | | | | |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| | Abu (%) | Protein (%) | Lemak (%) | Karbohidrat(%, by difference) | Fe (mg/kg) |
| Beras melik | 1,44 ± 0,21 ^b | 10,44 ± 0,11 ^a | 2,88 ± 0,06 ^a | 85,23 ± 0,26 ^b | 7,32 ± 0,46 ^a |
| Beras cempo ireng | 1,69 ± 0,06 ^a | 9,20 ± 0,18 ^b | 2,64 ± 0,03 ^b | 85,04 ± 0,22 ^c | 8,07 ± 0,39 ^a |
| Beras kertek | 1,61 ± 0,03 ^a | 8,41 ± 0,31 ^c | 2,48 ± 0,05 ^c | 86,07 ± 0,38 ^a | 7,59 ± 0,98 ^a |
| Beras wulung | 0,71 ± 0,03 ^c | 9,24 ± 0,11 ^b | 2,38 ± 0,06 ^d | 86,03 ± 0,06 ^a | 5,64 ± 0,40 ^b |

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang angka rata-rata±SD pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (p<0,05)

Kadar Fe beras hitam berkisar 5,64-8,07 mg/kg, tertinggi pada beras cempo ireng dan terendah pada beras wulung. Hasil penelitian ini menunjukkan beras hitam mengandung Fe lebih tinggi dibandingkan dengan beras putih dan beras merah, sesuai dengan penelitian Meng dkk (2005), Lee dkk (2006), serta Suardi dan Ridwan (2009). Perbedaan komposisi gizi pada keempat sampel beras hitam dibandingkan dengan publikasi terdahulu diduga karena pengaruh kondisi budi daya, sifat fenotip dan genotip, dan proses penyosohan/penggilingan (Kim dkk., 2008; Kristamtini dkk., 2014; Paiva dkk., 2015).

Warna beras hitam

Warna semua sampel beras hitam mempunyai perbedaan signifikan (Tabel 2). Nilai *L** menunjukkan derajat kecerahan (*lightness*) (*L**=0 menunjukkan warna hitam dan *L**=100 menunjukkan warna putih). Dalam hal ini nampak bahwa beras wulung merupakan beras hitam dengan warna hitam paling cerah dibandingkan dengan sampel yang lain, sedangkan beras melik, beras cempo ireng, dan

beras kertek tidak berbeda signifikan. Nilai *L** ini sangat jauh berbeda dengan penelitian Paiva dkk (2014) sebesar 70 dan Tang dkk (2015) sebesar 44,8. Lee dkk (2006) melaporkan nilai *L** dalam bentuk tepung dan beras hitam utuh berkisar 57,85-70,50 dan 17,22-26,60, sementara itu 11 varietas beras hitam Indonesia mempunyai nilai *L** berkisar 16,39-27,64 (Kristamtini dkk., 2014) dan pada beras hitam dari Sumatra Barat berkisar 19,08-39,34 (Anggraini dkk., 2015).

Nilai *a** menunjukkan warna kemerahan (*a** positif) atau kehijauan (*a** negatif), tertinggi pada beras wulung dan terendah pada beras kertek. Nilai *a** ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Lee dkk (2006), Kristamtini dkk (2014), Anggraini dkk (2015), dan Tang dkk (2015). Nilai *b** menunjukkan warna kekuningan (*b** positif) atau kebiruan (*b** negatif), tertinggi pada beras cempo ireng dan terendah pada beras melik. Nilai *b** ini sesuai dengan penelitian Anggraini dkk (2015), namun lebih rendah dari yang dilaporkan Lee dkk (2006) dan Kristamtini dkk (2014), kecuali pada beras cempo ireng. Sementara itu Tang dkk (2015) melaporkan nilai *b** sebesar -2,28.

Tabel 3. Warna beras hitam

| Sampel beras hitam | <i>L*</i> | <i>a*</i> | <i>b*</i> | <i>Chroma (C)</i> | <i>Hue(h°)</i> |
|--------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Beras melik | 12,65 ± 1,20 ^b | 3,59 ± 0,32 ^b | 0,45 ± 0,06 ^b | 3,62 ± 0,32 ^b | 1,45 ± 0,02 ^a |
| Beras cempo ireng | 13,69 ± 1,16 ^b | 3,57 ± 0,57 ^b | 2,27 ± 0,91 ^a | 4,26 ± 0,91 ^a | 1,02 ± 0,13 ^c |
| Beras kertek | 12,34 ± 1,57 ^b | 2,55 ± 0,46 ^c | 0,95 ± 0,43 ^b | 2,74 ± 0,57 ^c | 1,23 ± 0,10 ^b |
| Beras wulung | 20,43 ± 2,38 ^a | 4,22 ± 0,46 ^a | 0,89 ± 0,41 ^b | 4,32 ± 0,72 ^a | 1,37 ± 0,06 ^a |

Chroma (C) menunjukkan tingkat kekuatan atau kemurnian suatu warna, biasanya dinyatakan sebagai intensitas warna. Semakin tinggi nilai *C*, maka semakin murni dan cemerlang warna tersebut, sebaliknya, nilai *C* semakin rendah akan

menghasilkan warna semakin kusam/redup. Dengan demikian beras kertek mempunyai warna paling kusam, sedangkan beras wulung mempunyai warna lebih cemerlang. Sementara itu hue menunjukkan spektrum warna atau penamaan warna sesuai

dengan yang ditangkap oleh mata. Nilai *C* ini sesuai dengan penelitian Saikia dkk (2012), sedangkan *hues* sangat jauh berbeda.

Warna beras diatur oleh sifat genetik dan dapat berbeda warnanya akibat perbedaan gen yang mengatur warna aleuron, endospermia, dan komposisi pati pada endospermia. Pada beras hitam, aleuron dan endospermia memproduksi antosianin dengan intensitas tinggi sehingga warna beras menjadi ungu pekat mendekati hitam (Didi Suardi dan Iman Ridwan, 2009). Antosianin pada lapisan perikarp beras hitam inilah yang menentukan warna ungu pekat sampai kehitaman (Abdel-Aal dkk., 2006). Paiva dkk (2014) melaporkan warna hitam pada beras hitam dapat berkurang intensitasnya dengan semakin meningkatnya derajat penggilingan, meskipun bekatul beras hitam lebih tebal dibandingkan beras merah. Ini menunjukkan konsentrasi tertinggi pigmen hitam dalam bentuk antosianin terletak pada lapisan aleuron dan perikarp beras hitam (Shao dan Bao, 2015).

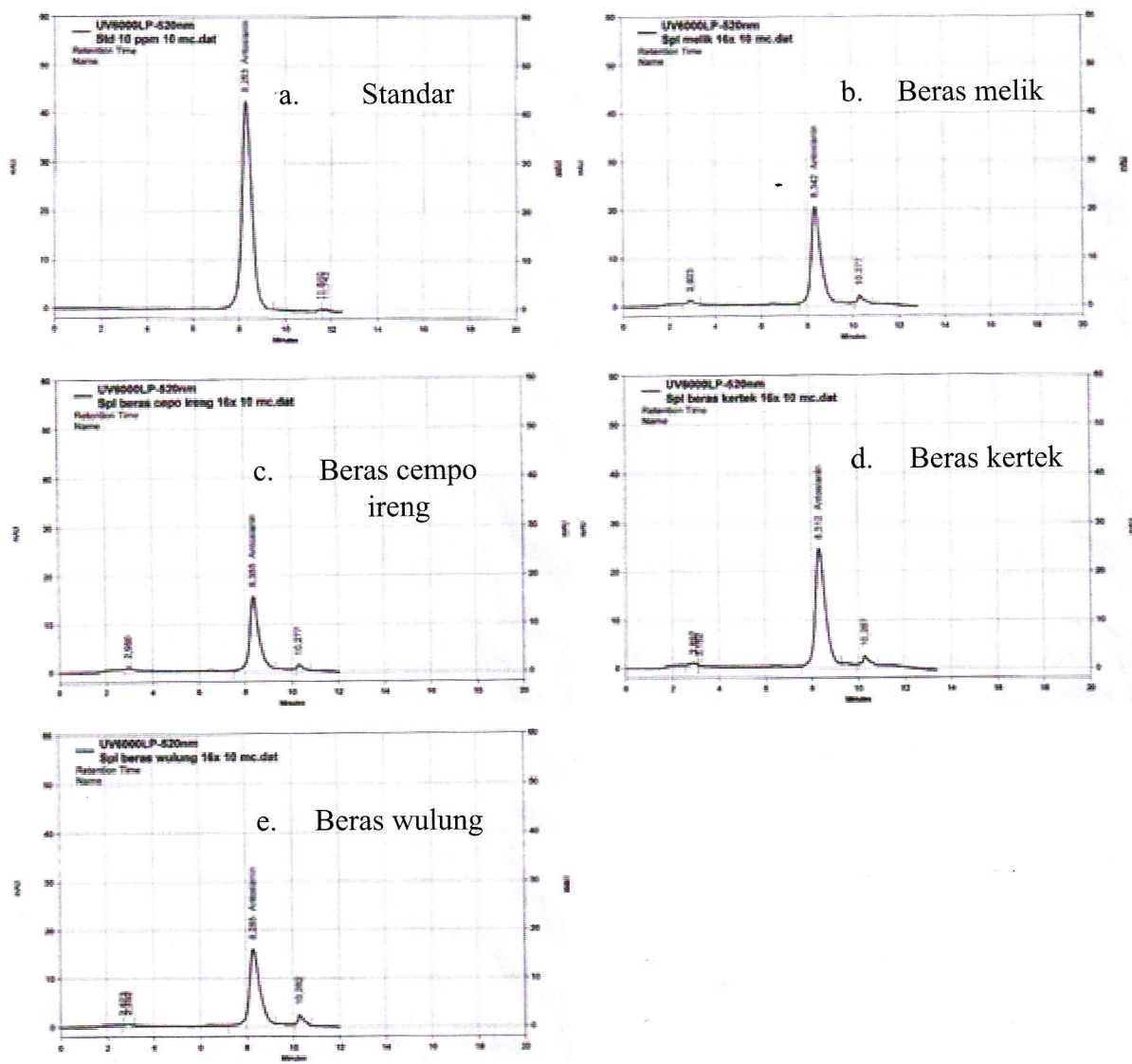
Kadar antosianin beras hitam

Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang disintesis tumbuhan tingkat tinggi sebagai metabolit sekunder dan bertanggung jawab sebagai pigmen merah, biru, ungu sampai kehitaman (He dan Giusti, 2010). Pada beras hitam, antosianin berada dalam bentuk cyanidin yang didominasi oleh cyanidin-3-glukosida dan peonidin-3-glukosida beserta turunannya (Abdel-Aal dkk., 2006; Paiva dkk., 2015). Kadar antosianin total pada keempat sampel beras hitam mempunyai perbedaan signifikan, tertinggi pada beras kertek dan terendah pada beras wulung (Tabel 4). Hasil ini sesuai dengan laporan Goufo dan Trindade (2014). Sompong dkk (2011) melaporkan kandungan antosianin total pada beras hitam Thailand berkisar 109,52-256,61 mg/100 g dan beras hitam Cina sebesar 244,83 mg/100 g, sedangkan beras hitam Brazil sebesar 234 mg/100 g (Paiva dkk., 2014). Sementara itu kadar antosianin total pada 11 varietas beras hitam lokal dari Indonesia berkisar 90,22-650,37 mg/100 g (Kristamtini dkk., 2014).

Tabel 4. Kadar antosianin total dan cyanidin-3-glukosida beras hitam

| Sampel beras hitam | Antosianin total (mg/100 g) | Cyanidin-3-glukosida (mg/100 g) |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Beras melik | 182,15± 10,22 ^c | 133,61 |
| Beras cempo ireng | 306,44± 4,95 ^b | 101,27 |
| Beras kertek | 359,51± 7,74 ^a | 172,27 |
| Beras wulung | 159,31± 4,07 ^d | 116,00 |

Abdel-Aal dkk (2006) menyatakan beras hitam mengandung pigmen dalam jumlah terbatas yang diidentifikasi sebagai cyanidin-3,5-diglukosida, cyanidin-3-glukosida, dan peonidin-3-glukosida. Kromatogram cyanidin-3-glukosida beras hitam ditunjukkan pada Gambar 2 dengan kadar berkisar 101,27-172,27 mg/100g, tertinggi pada beras kertek dan terendah pada beras cempo ireng (Tabel 4). Kadar cyanidin-3-glukosida beras hitam Thailand dan Cina berkisar 19,39-140,83 mg/100 g (Sompong dkk., 2011), sedangkan Abdel-Aal dkk (2006) melaporkan sebesar 201,3 mg /100 g. Sementara itu beras hitam Korea mengandung cyanidin-3-glukosida berkisar 5,21-160,1 mg/100 g (Lee, 2010) dan beras hitam Jepang sebesar 123,9 mg/100 g (Pereira-Caro dkk., 2013). Perbedaan kadar cyanidin-3-glukosida beras hitam yang diteliti dengan penelitian sebelumnya diduga karena perbedaan varietas yang mempengaruhi sifat fenotip dan genotip, kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan, derajat penyosohan/penggilingan yang mempengaruhi lapisan aleuron dan perikarp, dan metode analisis kadar cyanidin-3-glukosida.

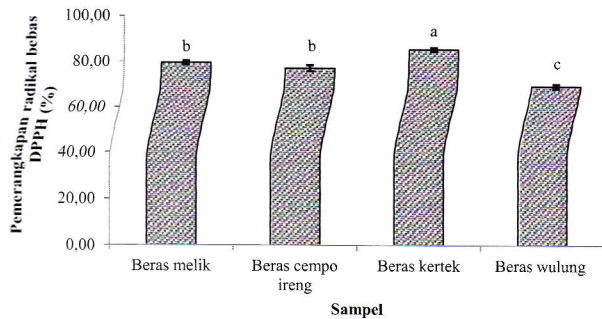


Gambar 2. Kromatogram cyanidin-3-glukosida standar dan beras hitam

Aktivitas antioksidan beras hitam

Aktivitas antioksidan beras hitam ditentukan berdasarkan kemampuan menangkap radikal bebas DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhidrazil hidrat). DPPH merupakan radikal bebas yang mempunyai elektron tidak berpasangan pada satu atom dari jembatan nitrogen (Sharma dan Bhat, 2009). Senyawa flavonoid termasuk antosianin mempunyai kemampuan mendonorkan atom hidrogen pada radikal bebas DPPH yang berwarna ungu sehingga terbentuk senyawa difenil pikrilhidrasin yang berwarna kuning. Kemampuan pemerangkapan radikal bebas DPPH keempat sampel beras hitam mempunyai perbedaan signifikan, tertinggi pada beras kertek dan terendah pada beras wulung (Gambar 3). Perbedaan aktivitas antioksidan ini diduga disebabkan oleh perbedaan varietas, kondisi

lingkungan, dan proses penyosohan. Sompong dkk (2011) melaporkan perbedaan kemampuan menangkap radikal bebas DPPH pada beras hitam Thailand dan Cina. Demikian juga Zhang dkk (2010) membuktikan adanya perbedaan signifikan pada kadar antosianin dan aktivitas antioksidan bekatul dari 12 varietas beras hitam Cina. Penyosohan dapat menghilangkan lebih dari 90% senyawa fenolat bebas yang bertanggung jawab pada aktivitas antioksidan beras hitam (Paiva dkk., 2015).



Gambar 3. Aktivitas antioksidan beras hitam berdasarkan pemerangkapan radikal bebas DPPH

Korelasi warna, kadar Fe, kadar antosianin, dan aktivitas antioksidan beras hitam

Untuk mengetahui korelasi antara parameter warna, Fe, antosianin total, dan aktivitas antioksidan beras hitam berdasarkan pemerangkapan radikal bebas DPPH dilakukan dengan menentukan korelasi Pearson menggunakan SPSS 17 (Tabel 5). Nampak bahwa kadar antosianin total mempunyai korelasi positif yang sangat signifikan dengan aktivitas antioksidan beras hitam. Dengan kata lain, semakin tinggi kadar antosianin total, maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidan beras hitam. Hasil ini sejalan dengan penelitian Zhang dkk (2010) dan Seo dkk (2011).

Tabel 5. Korelasi warna, Fe, antosianin, dan aktivitas antioksidan beras hitam

| Parameter | L^* | a^* | b^* | Chroma | Hue | Fe | Antosianin total | Aktivitas antioksidan |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|-----------------------|
| L^* | 1 | 0,746** | 0,079 | 0,637** | 0,121 | -0,812** | -0,564** | -0,814** |
| a^* | 0,746** | 1 | 0,251 | 0,923** | 0,063 | -0,584** | -0,666** | -0,744** |
| b^* | 0,079 | 0,251 | 1 | 0,594** | -0,937** | 0,231 | 0,401 | -0,050 |
| Chroma | 0,637** | 0,923** | 0,594** | 1 | -0,300 | -0,392 | -0,421* | -0,631** |
| Hue | 0,121 | 0,063 | -0,937** | -0,300 | 1 | -0,388 | -0,656** | -0,179 |
| Fe | -0,812** | -0,584** | 0,231 | -0,392 | -0,388 | 1 | 0,610** | 0,635** |
| Antosianin total | -0,564** | -0,666** | 0,401 | -0,421* | -0,659** | 0,610** | 1 | 0,733** |
| Aktivitas antioksidan | -0,814** | -0,744** | -0,050 | -0,631** | -0,179 | 0,635** | 0,733** | 1 |

Keterangan: tanda * dan ** pada nilai korelasi menunjukkan signifikan ($\alpha = 0,05$) dan sangat signifikan ($\alpha = 0,01$)

Nilai L^* dan a^* mempunyai korelasi negatif yang sangat signifikan dengan kadar Fe, antosianin total dan aktivitas antioksidan. Kadar Fe mempunyai korelasi positif yang sangat signifikan dengan kadar antosianin total dan aktivitas antioksidan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Yodmanee dkk (2011) yang menyatakan semakin gelap warna beras, maka kadar Fe, antosianin dan aktivitas antioksidan jugasemakin tinggi. Kadar Fe semakin tinggi pada beras beraroma dan berpigmen (beras merah dan hitam) daripada beras putih. Warna beras berhubungan dengan kadar Fe dan antosianin yang terakumulasi pada lapisan perikarp beras (Meng dkk., 2005; Abdel-Aal dkk., 2006; Shao dan Bao, 2015).

KESIMPULAN

Komposisi gizi, warna, kadar antosianin, dan aktivitas antioksidan berdasarkan pemerangkapan radikal bebas DPPH pada empat varietas beras hitam mempunyai perbedaan signifikan. Beras hitam dari Wonosobo (beras kertek) mempunyai kadar antosianin dan aktivitas antioksidan tertinggi dibandingkan varietas lain. Ada korelasi positif antara kadar Fe dan antosianin total dengan aktivitas antioksidan beras hitam, sebaliknya, nilai L^* dan a^* mempunyai korelasi negatif dengan kadar Fe, antosianin total, dan aktivitas antioksidan. Informasi ilmiah ini dapat digunakan sebagai acuan pemilihan varietas beras hitam sebagai pewarna dan sumber antosianin pada formulasi produk pangan.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih Direktorat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, Republik Indonesia yang telah memberikan bantuan dana Program Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional Batch II sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional Batch II Nomor: 332/SP2H/PP/DP2M/VI/2009 tanggal 16 Juni 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Aal, E.S, Young, J.C. dan Iwona, R.(2006). Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry***54(13)**:4696-4704.
- Anggraini, T., Novelina, Limber, U. Dan Amelia, R.(2015). Antioxidant activities of some red, black and white rice cultivar from West Sumatra, Indonesia. *Pakistan Journal of Nutrition***14(2)**:112-117.
- Chatthongpisut, R., Schwartz, S.J dan Yongsawatdigul, J. (2015). Antioxidant activities and antiproliferative activity of Thai purple rice cooked by various methods on human colon cancer cells. *Food Chemistry***188**:99-105.
- Chaudhary, R.C. (2003). Speciality of rices of the world: Effect of WTO and IPR on its production trend and marketing. *Food, Agriculture and Environment***1(2)**:34-41.
- Durst, R. W. dan Wrolstad, R.E. (2001). Separation and characterization of anthocyanins by HPLC. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*.
- Goufo, P. dan Trindade, H. (2014). Rice antioxidants: phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, c-oryzanol, and phytic acid. *Food Science and Nutrition***2(2)**:75-104.
- Guo, H., Ling, W., Wang, Q., Liu, C., Hu, Y., Xia, M., Feng, X., dan Xia, X. (2007). Effect of anthocyanin-rich extract from black rice (*Oryza sativa* L. *indica*) on hyperlipidemia and insulin resistance in fructose-fed rats. *Plant Foods for Human Nutrition* **62**: 1-6.
- He, J. dan Giusti, M.M. (2010). Anthocyanins: Natural colorants with health-promoting properties. *Annual Review of Food Science and Technology***1**:163-187.
- Hiemori, M., Koh, E. dan Mitchell, A.E.(2009). Influence of cooking on anthocyanins in black rice (*Oryza sativa* L. *japonica* var. *SBR*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry***57(5)**:1908-1914.
- Hui, C., Bin, Y., Xiaoping, Y., Long, Y., Chunye, C., Mantian, M. Dan Wenhua, L.(2010). Anticancer activities of anthocyanin-rich extract from black rice against breast cancer cells in vitro and in vivo. *Nutrition and Cancer***62(8)**:1128-1136.
- Ichikawa, H., Ichiyangi, T., Xu, B., Yoshi, Y., Nakajima, M. dan Konishi, T.(2001). Antioxidant activity of anthocyanin extract from purple black rice. *Journal of Medicinal Food***4(4)**:211-218.
- Jung, D.S. dan Eun, J.B.(2003). Rheological properties of dough added with black rice flour. *Korean Journal of Food Science and Technology***35**:38-45.
- Kang, M.Y., Rico, C.W. dan Lee, S.C. (2011). Varietal difference in physicochemical properties of pigmented rice varieties. *Journal of Crop Science and Biotechnology***14(2)**:111-118.
- Kim, M.K., Kim, H., Koh, K., Kim, H.S., Lee, Y.S. dan Kim, Y.H. (2008). Identification and quantification of anthocyanin pigments in colored rice. *Nutrition Research and Practice***2(1)**:46-49.
- Kim, H.W., Lee, A.Y., Yeō, S.K., Chung, H., Lee, J.H., Hoang, M.H., Jia, Y., Han, S.I., Oh, S.K., Lee, S.J. dan Kim, Y.S.(2013). Metabolic profiling and biological mechanism of body fat reduction in mice fed the ethanolic extract of black-colored rice. *Food Research International***53**:373-390.
- Kristamtini, Taryono, Basunanda, P. dan Murti, R.H. (2014). Keragaman genetik dan korelasi parameter warna beras dan kandungan antosianin total sebelas kultivar padi beras hitam lokal. *Ilmu Pertanian***17(1)**:90-103.

- Lee, H.H., Kim, H.Y., Koh, H.J. dan Ryu, S.N. (2006). Varietal difference of chemical composition in pigmented rice varieties. *Korean Journal of Crop Science* **51(S)**:113-118.
- Lee, J.H. (2010). Identification and quantification of anthocyanins from the grains of black rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *Food Science and Biotechnology* **19(2)**:391-397.
- Li, W., Pickard, M. dan Beta, T. (2007). Effect of thermal processing on antioxidant properties of purple wheat bran. *Food Chemistry* **104**:1080-1086.
- Meng, F., Wei, Y. dan Yang, X. (2005). Iron content and bioavailability in rice. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* **18(4)**: 333-338.
- Paiva, F.F., Vanier, N.L., Berrios, J.J., Pan, J., Villanova, F.A., Takeoka, G. dan Elias, M.C. (2014). Physicochemical and nutritional properties of pigmented rice subjected to different degrees of milling. *Journal of Food Composition and Analysis* **35(1)**:10-17.
- Paiva, F.F., Vanier, N.L., Berrios, J.J., Pinto, V.Z., Wood, D., Williams, T., Pan, J. dan Elias, M.C. (2015). Polishing and parboiling effect on the nutritional and technological properties of pigmented rice. *Food Chemistry* (article in press).
- Pereira-Caro, G., Watanabe, S., Crozier, A., Fujimura, T., Yokota, T. dan Ashihara, H. (2013). Phytochemical profile of a Japanese black-purple rice. *Food Chemistry* **141**:2821-2827.
- Phetpornpaisan, P., Tippayawat, P., Jay, M. dan Sutthanut, K. (2014). A local Thai cultivar glutinous black rice bran: A source of functional compounds in immunomodulation, cell viability and collagen synthesis, and matrix metalloproteinase-2 and -9 inhibition. *Journal of Functional Foods* **7**:650-661.
- Saikia, S., Dutta, H., Saikia, D. dan Mahanta, C.L. (2012). Quality characterization and estimation of phytochemicals content and antioxidant capacity of aromatic pigmented and non-pigmented rice varieties. *Food Research International* **46**:334-340.
- Seo, W.D., Kim, J.Y., Han, S.I., Ra, J.E., Lee, J.H., Song, Y.C., Park, M.J., Kang, H.W., Oh, S.K. dan Jang, K.C. (2011). Relationship of radical scavenging activities and anthocyanin contents in the 12 colored rice varieties in Korea. *Journal of Korean Social and Applied Biological Chemistry* **54(5)**:693-699.
- Shao, Y. dan Bao, J. (2015). Polyphenols in whole rice grain: Genetic diversity and health benefits. *Food Chemistry* **180**:86-97.
- Sharma, O.P. dan Bhat, T.K. (2009). Analytical methods DPPH antioxidant assay revisited. *Food Chemistry* **113**:1202-1205.
- Sompong, R., Siebenhandl-Ehn, S., Linsberger-Martin, G. and Berghofer, E. (2011). Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, Cina and Sri Langka. *Food Chemistry* **124(1)**:132-140.
- Suardi, D. dan Ridwan, I. (2009). Beras hitam, pangan berkhasiat yang belum populer. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* **31(2)**:9-10.
- Suhartini, T. dan Suardi, D. (2010). Potensi beras hitam lokal Indonesia. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* **32(1)**:9-10.
- Tang, Y., Cai, W. dan Xu, B. (2015). From rice bag to table: Fate of phenolic chemical compositions and antioxidant activities in waxy and non-waxy black rice during home cooking. *Food Chemistry* (article in press).
- Wang, J.T. dan Guo, L. (2007). Research advance of black rice pigment and its biological effect. *Journal of Anhui Agricultural Sciences* **35(32)**:10199-10200.
- Wang, Q.W., Han, P.H., Zhang, M.W., Xia, M., Zhu, H., Ma, J., Huo, M., Tang, Z. dan Ling, W. (2007). Supplementation of black rice pigment fraction improves antioxidant and anti-inflammatory status in patients with coronary heart disease. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* **16(1)**:295-301.
- Wu, L., Zhai, M., Yao, Y., Dong, C., Shuang, S. dan Ren, G. (2013). Changes in nutritional constituents, anthocyanins, and volatile compounds during the processing of black rice tea. *Food Science and Biotechnology* **22(4)**:917-923.

- Xia, X.D., Ling, W., Ma, J., Xia, M., Huo, M., Wang, Q. dan Zhu, H.(2006). An anthocyanin-rich extract from black rice enhances atherosclerotic plaque stabilization in apolipoprotein E-deficient mice. *The Journal of Nutrition* **136**:2220-2225.
- Yang, Y., Andrews, M.C., Hu, Y., Wang, D., Qin, Y., Zhu, Y., Ni, H. dan Ling, W.(2011). Anthocyanin extract from black rice significantly ameliorates platelet hyperactivity and hypertriglyceridemia in dislipidemic rats induced by high fat diets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **59(12)**:6759-6764.
- Yodmanee, S., Karrila, T.T. dan Pakdeechanuan, P. (2011). Physical, chemical and antioxidant properties of pigmented rice grown in Southern Thailand. *International Food Research Journal* **18(3)**: 901-906.
- Zhang, M.W., Zhang, R.F., Zhang, F.X. dan Liu, R.H. (2010). Phenolic profiles and antioxidant activity of black rice bran of different commercially available varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **58**:7580-7587.

CATATAN DISKUSI

Pertanyaan :

Mengapa yang dibandingkan sianidin 3 glukosida? Apakah yang paling dominan?

Jawaban :

Antioksidan pada beras hitam ada 2, yaitu sianidin 3 glukosida (90%) dan dan pionidin 3 glukosida dan turunannya

Pertanyaan :

Berapa harga beras hitam? Bagaimana aplikasi dalam produk? Bagaimana pengaruh penerimaan konsumen? Apakah sudah dilakukan analisis FPA?

Jawaban :

Harga beras hitam adalah 20000 – 30000. Beras hitam telah diaplikasikan dalam makanan tradisional, seperti nagasari, kembang goyang, bolu kukus, apem. Penggunaan beras hitam dalam produk-produk tersebut adalah 50 – 100%. Konsumen tertarik dengan produk, selain dari bentuk fisik, juga dari segi keunggulannya. Belum dilakukan analisis FPA, namun terdapat jurnal mengenai analisis FPA terhadap beras hitam berasal dari Thailand, dan lain-lain.