

## AKTIVITAS ANTIOKSIDAN BERAS ANALOG DARI SAGU BARUK (*Arenga microcarpha*) DAN UBI JALAR UNGU (*Ipomea batatas* L. Poiret)

Almawaty Kaemba<sup>1\*</sup>, Edi Suryanto<sup>2</sup>, Christine F. Mamuja<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Program Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Manado

<sup>2</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado

<sup>3</sup>Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado

### ABSTRAK

Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis aktivitas antioksidan beras analog sagu baruk dan ubi jalar ungu. Uji warna menggunakan *chromameter*, senyawa antioksidan yang diuji yaitu total fenolik dan antosianin, sedangkan aktivitas antioksidan yaitu total antioksidan yang diuji secara spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa warna beras analog memiliki nilai  $L= 62,01$ ,  $a^*= 12,49$  dan  $b^*= 1,54$ . Beras analog mengandung total fenolik sebesar 73,98 mg/L dan antosianin sebesar 7,01 mg/L dan memiliki total antioksidan sebesar 62,01 mg/mL. Sagu baruk dan ubi jalar ungu dapat dibuat beras analog yang memiliki potensi antioksidan.

Kata kunci: Antosianin, total antioksidan, beras analog, sagu baruk, ubi jalar ungu

### ABSTRACT

The aim of this research was to analyze antioxidant activity of rice analog from baruk sago and purple sweet potatoes. Color was evaluated using *chromameter*, antioxidant compound which evaluated was total phenolic and anthocyanin, and antioxidant activity was total antioxidant which evaluated using spectrophotometry. The result showed that rice analogue possess  $L= 62,01$ ,  $a^*= 12,49$  dan  $b^*= 1,54$ . Rice analogue possess total phenolic 73,98 mg/L and anthocyanin 7,01 mg/L, and exhibit total antioxidant 62,01 mg/mL. Baruk sago and purple sweet potatoes can be used to produce rice analog which possess antioxidant potency.

Keywords: Anthocyanin, total antioxidant, rice analog, baruk sago, purple sweet potatoes

### PENDAHULUAN

Bahan pangan lokal berkarbohidrat terutama umbi-umbian merupakan potensi tersembunyi sebagai sumber pangan fungsional yang dimiliki bangsa Indonesia, termasuk di Propinsi Sulawesi Utara khususnya di daerah Kabupaten Kepulauan Sangihe. Bahan pangan umbi-umbian banyak mengandung antioksidan atau komponen lain, seperti ubi jalar ungu selain sebagai sumber karbohidrat juga mempunyai potensi besar senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan.

Ubi jalar ungu merupakan salah satu komoditas lokal memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, sehingga dapat dikembangkan sebagai pengganti beras dan tepung terigu, juga bermanfaat untuk kesehatan karena beberapa komponen yang terkandung didalamnya. Oleh karena itu, ubi jalar ungu tidak hanya dikonsumsi

sebagai upaya diversifikasi pangan dalam mewujudkan ketahanan pangan, tetapi juga berfungsi sebagai pangan fungsional yang bermanfaat dalam menjaga dan meningkatkan kesehatan.

Daerah Kabupaten Kepulauan Sangihe dengan luas wilayah 736,98 km<sup>2</sup> memiliki potensi sumber pangan lokal komoditas spesifik yaitu tanaman sagu baruk (*Arenga microcarpha*) dengan luas lahan 398,50 ha dengan hasil produksinya 713,14 ton/tahun. dan potensi sumber pangan lokal komoditas spesifik ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L. *poiret*) yang sedang dikembangkan melalui demplot disetiap lokasi BP3K yang ada di masing-masing Kecamatan. Sagu Baruk sudah sejak lama dimanfaatkan oleh penduduk di wilayah Kabupaten Kepulauan Sangihe, Talaud dan Sitaro, sebagai makanan

utama. Seiring dengan perkembangan dan kemajuan yang ada, tanaman ini mulai ditinggalkan penduduk setempat dan beralih ke sumber pangan lain, terutama beras. Berdasarkan data yang diperoleh dari tahun ke tahun menunjukkan bahwa untuk mencukupi kebutuhan beras di daerah Kabupaten Kepulauan Sangihe selalu terjadi defisit terhadap ketersediaan yang ada sehingga selalu mengharapkan pasokan pangan dari luar daerah.

Beras analog merupakan salah satu bentuk solusi yang dapat dikembangkan dalam mengatasi permasalahan ini baik dalam hal penggunaan sumber pangan baru ataupun untuk penganekaragaman pangan. Beras analog merupakan tiruan dari beras yang terbuat dari bahan-bahan seperti umbi-umbian dan sereal yang bentuk maupun komposisi gizinya mirip seperti beras. Khusus untuk komposisi gizinya, beras analog bahkan dapat melebihi apa yang dimiliki beras (Slamet, 2012). Beras analog ini sangat potensial untuk dikembangkan dan diproduksi massal, terutama jika produksi dari bahan baku lokal untuk menjadi pangan alternatif fungsional. Selain itu beras analog merupakan salah satu cara mengurangi ketergantungan pada satu macam makanan pokok berupa beras atau nasi.

Sampai sekarang, belum ada penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan nilai gizi beras analog untuk peningkatan antioksidan beras analog dari sagu baruk (*Arenga microcarpha*) yang dicampur dengan ubi jalar ungu (*Ipomea batatas L. poiret*). Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis aktivitas antioksidan beras analog dari sagu baruk dan ubi jalar ungu.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan alat

Bahan beras analog yang yaitu sagu baruk dan ubi jalar ungu yang diperoleh dari daerah Kabupaten Kepulauan Sangihe, sedangkan bahan kimia yang digunakan yaitu etanol, natrium hidroksida, besi (III) klorida, asam klorida, asam sulfat, besi (II) sulfat, asam asetat, natrium asetat, natrium karbonat, *Folin-Ciocalteu*, 2,4,6-tripiridil-*s*-triazina (TPTZ) diperoleh dari Merck. Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan beras analog yaitu pisau stainless steel, loyang, *slicer*, timbangan analitik, grinder, ayakan 100 mesh, *blender*, *hotplate*, oven pengering, vortex, panci, *mixer*. Alat-alat analisa yang digunakan ialah

*color analyzer* (hunterLab colorFlex EZ) dan Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1800).

### Pembuatan tepung sagu baruk

Sagu baruk disortir lalu ditaburkan secara merata diatas lembaran dan dikeringkan dalam oven pengering pada suhu 40 °C sampai 50 °C selama 2 x 24 jam. Setelah kering dihaluskan dengan grinder kemudian diayak menggunakan ayakan 80 mesh untuk mendapatkan tepung sagu yang homogen.

### Pembuatan tepung ubi jalar ungu

Umbi ubi jalar ungu yang diolah menjadi tepung dipilih umbi yang baik dan tidak bercacat. Umbi ubi jalar ungu dicuci bersih dalam air yang mengalir, selanjutnya dikukus selama 20 menit. Setelah matang dikupas dan diiris tipis-tipis menggunakan *slicer* kemudian dikeringkan dalam oven pengering pada suhu 50°C selama 2 x 24 jam. Selanjutnya digiling sampai halus menggunakan grinder lalu diayak dengan ukuran ayakan 80 mesh untuk mendapatkan partikel tepung yang seragam.

### Formulasi beras analog

Disiapkan tepung sagu baruk dan tepung ubi jalar ungu dengan konsentrasi 50% (F1), 55% (F2), 60% (F3), 65% (F4), 70% (F5), 75% (F6) dan 80% (F7). Tepung sagu dicampurkan dalam aquades hingga homogen selanjutnya dipanaskan sambil diaduk menggunakan *stirrer* (pengaduk) dengan panas *full* (hotplate). Setelah mengental diangkat lalu dicampurkan dengan tepung ubi jalar ungu aduk sampai kalis menggunakan *mixer*. Dinginkan lalu dibuat bentuk beras analog menggunakan mall secara manual kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C selama 12 jam.

### Analisis warna beras analog

Analisis dilakukan menggunakan hunterlab colorFlex EZ *spectrophotometer*. Uji warna dilakukan dengan sistem warna Hunter L\*, a\*, b\*. *Chromameter* terlebih dahulu dikalibrasi dengan standar warna putih yang terdapat pada alat tersebut. Hasil analisis derajat putih yang dihasilkan berupa nilai L\*, a\*, b\*. Pengukuran total derajat warna digunakan basis warna putih sebagai standar.

### Preparasi sampel untuk pengujian antioksidan

Sampel beras analog ditimbang masing-masing 0,1 g digerus dan dilakukan maserasi dengan pelarut etanol 50% sebanyak 10 mL selama 2 jam. Selanjutnya ekstrak sampel

dipindahkan dalam tabung reaksi yang lain dan disimpan pada suhu ruang dan ruangan tanpa cahaya sebelum digunakan untuk pengujian lanjutan.

### Penentuan kandungan total fenolik

Kandungan total fenolik dari beras analog ditentukan dengan metode Jeong dkk. (2005). Sampel ekstrak beras analog sebanyak 0,1 mL ditambahkan dengan 0,1 mL reagen Folin-Ciocalteu (50%) dalam tabung reaksi kemudian campuran ini divortex selama 3 menit. Setelah interval waktu 3 menit, 2 ml larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2% ditambahkan dan divortex. Selanjutnya campuran disimpan dalam ruang gelap selama 30 menit. Absorbansi ekstrak dibaca dengan spektrofotometer pada  $\lambda$  750 nm. Hasilnya dinyatakan sebagai ekuivalen asam galat dalam mg/kg ekstrak. Kandungan total fenolik dihitung menggunakan persamaan regresi linier kurva standar asam galat sebagai berikut:

$$y = 0,0049x + 0,0605$$

dimana y= nilai absorbansi x = total fenolik (mg/mL)

### Penentuan kadar antosianin

Kadar antosianin diukur dengan metode perbedaan pH (Prior dkk., 2005). Sampel beras analog sebanyak 0,5 ml ditambahkan 2,5 mL larutan pH 1 dan sampel sebanyak 0,5 mL ditambahkan 2,5 mL larutan pH 4,5 selanjutnya divortex dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 510 dan 700 nm dan dihitung dengan rumus  $Abs = [(A_{510} - A_{700})_{pH1} - (A_{510} - A_{700})_{pH4,5}]$ ; dengan koefisien ekstingsi molar sianidin 3-glikosida = 29.600.

$$\text{Total antosianin } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}}\right) = \frac{A \times \text{MW} \times \text{Df} \times 10^3}{\epsilon \times L} \dots \dots \dots \text{Persamaan 2}$$

Dimana: A= absorbansi, MW= berat molekul sianidin 449,2 g/mol, Df= faktor pengenceran, L= lebar kuvet 1 cm,  $\epsilon$ =26.900

### Penentuan total antioksidan

Penentuan total antioksidan dalam ekstrak beras analog ditentukan menurut Halvorsen dkk. (2002). Larutan ekstrak beras analog sebanyak 0,1 mL ditambahkan reagen FRAP (2,5 mL buffer asetat; 2,5 mL larutan 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) dan 2,5 mL larutan FeCl<sub>3</sub> 6H<sub>2</sub>O) sebanyak 3 mL dalam tabung reaksi. Selanjutnya larutan dibaca absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 596

nm. Kandungan total antioksidan dinyatakan sebagai ekuivalen Fe<sup>3+</sup> menjadi Fe<sup>2+</sup> dalam  $\mu\text{mol/L}$  ekstrak. Kurva kalibrasi dipersiapkan pada cara yang sama menggunakan Fe<sup>2+</sup> sebagai standar. Total antioksidan dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Total antioksidan (FRAP)} = \frac{\text{Abs} - 0,0692}{0,0081}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Warna beras analog

Analisis warna sampel beras analog dilakukan menggunakan alat *Chromameter*. Warna sampel beras analog dicirikan oleh nilai L yang berarti cenderung memiliki warna akrobatik putih, abu-abu dan hitam. Nilai a\* menyatakan warna cenderung merah dan nilai b\* menyatakan warna cenderung kuning (Purwani, 2006). Berdasarkan hasil analisis terhadap warna sampel beras analog ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata L, a\* dan b\* beras analog dengan menggunakan alat hunterLab ColorFlex EZ

| Sampel beras analog | Nilai rerata       |                              |                       |
|---------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------|
|                     | L                  | a*                           | b*                    |
| F1                  | 53,89 <sup>a</sup> | 13,50 <sup>\gamma</sup>      | 2,38 <sup>^</sup>     |
| F2                  | 59,63 <sup>b</sup> | 10,79 <sup>a</sup>           | 3,81 <sup>&amp;</sup> |
| F3                  | 58,99 <sup>b</sup> | 13,43 <sup>\gamma</sup>      | 2,02 <sup>\\$</sup>   |
| F4                  | 62,01 <sup>c</sup> | 12,49 <sup>\beta\gamma</sup> | 1,54 <sup>@</sup>     |
| F5                  | 65,67 <sup>d</sup> | 13,37 <sup>\gamma</sup>      | 0,32 <sup>*</sup>     |
| F6                  | 64,98 <sup>d</sup> | 11,62 <sup>a\beta</sup>      | 0,25 <sup>*</sup>     |
| F7                  | 65,01 <sup>d</sup> | 11,85 <sup>a\beta</sup>      | 0,70 <sup>\#</sup>    |

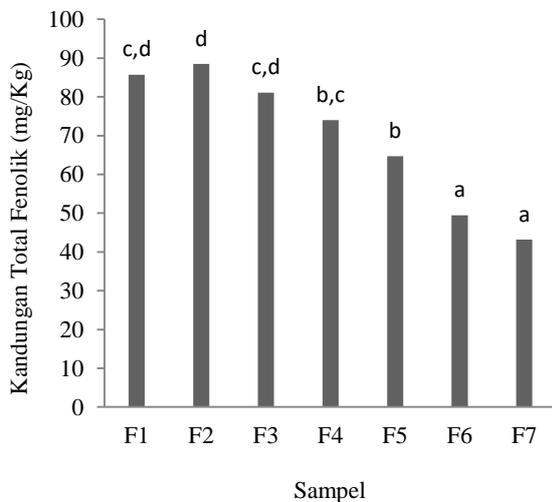
Keterangan : Data merupakan rerata dari 2 ulangan. Simbol yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ )

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beras analog F5 mempunyai nilai L\* yang tertinggi yakni 65,67 mendekati tingkat cerah, sedangkan F1 menunjukkan nilai L\* yang terendah yakni 53,89. Tingkat kecerahan tersebut sesuai dengan persentasi kandungan sagu baruk yang berwarna putih. Konsentrasi sagu baruk meningkat dari F1-F7. Analisis statistik menunjukkan bahwa tingkat kecerahan beras analog F1-F7 sangat berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). Secara statistik tingkat kecerahan F2 dan F3 tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Hal yang sama juga untuk tingkat kecerahan F5, F6 dan F7. Warna merupakan salah satu faktor fisik yang

mempengaruhi tingkat kesukaan panelis. Gabungan nilai a yang tinggi dan nilai b yang rendah menghasilkan tepung dengan warna kusam (merah) sedikit kuning sehingga menghasilkan tingkat kecerahan yang rendah, sedangkan nilai a rendah dan b tinggi menunjukkan warna kuning cerah (Rosmisari, 2006).

### Kandungan total fenolik

Analisis kuantitatif kandungan total fenolik dari formulasi beras analog pada konsentrasi 0,2g/10 mL dapat dilihat pada Gambar 1. Kandungan total fenolik tertinggi terdapat pada F1 sebesar 43,16 mg/kg, sedangkan terendah terdapat pada F7 sebesar 10,10 mg/kg. Total fenolik mengalami penurunan dari F1-F7, atau dari konsentrasi ubi ungu 50-20%.



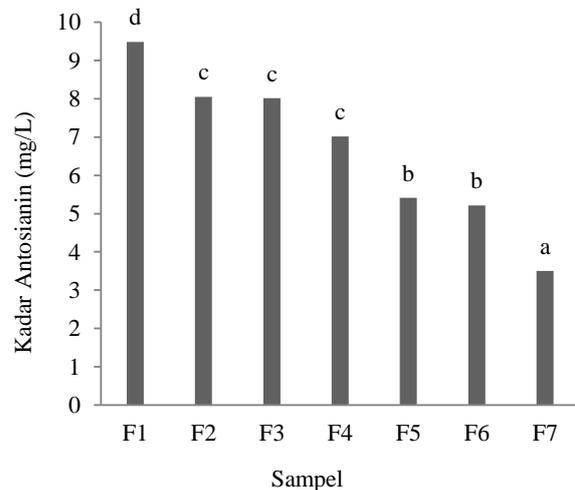
Gambar 1. Total fenolik beras analog tepung sagu baruk dan tepung ubi jalar ungu. Keterangan: data merupakan rerata dari 2 ulangan. Simbol yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).

Berdasarkan uji statistik yang dilakukan total kandungan fenolik ekstrak beras analog F1-F7 berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). Uji beda nyata menggunakan *Duncan's multiple range test* (DMRT) menunjukkan bahwa total fenolik F3 dan F4, F2 dan F4, F1 dan F2 tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Kandungan total fenol dalam ekstrak ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu yang didasarkan pada kemampuan sampel untuk mereduksi reagen Folin-Ciocalteu yang mengandung senyawa asam fosfomolibdat-fosfotungstat, yang kemudian membentuk senyawa kompleks baru berwarna biru (Shahidi & Nacz, 2004). Senyawa fenol meliputi aneka

ragam senyawa yang berasal dari tumbuhan, yang mempunyai ciri sama yaitu cincin aromatik yang mengandung satu atau dua gugus hidroksil (Harborne, 1983). Menurut Astawan & Kasih (2008), senyawa fenol terbagi menjadi dua bagian besar yaitu flavonoid dan asam fenolat yang sangat efektif sebagai antioksidan. Senyawa fenol dapat berperan sebagai donor hidrogen radikal bebas sehingga menghasilkan radikal stabil yang berenergi rendah yang berasal dari senyawa fenolik yang kehilangan atom hidrogen, struktur senyawa baru tersebut menjadi stabil karena terjadi resonansi pada struktur cincin benzenanya (radikal peroksi) (Shahidi & Nacz, 2004).

### Kadar antosianin beras analog

Pengujian kadar antosianin dilakukan karena ubi jalar ungu mengandung antosianin. Antosianin merupakan pigmen ungu yang menyebar dari bagian kulit sampai pada bagian daging umbinya. Hasil pengukuran kadar antosianin beras analog yang diukur menggunakan spektrofotometer dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Potensi antioksidan beras analog tepung sagu baruk dan tepung ubi jalar ungu. Keterangan: data merupakan rerata dari 2 ulangan. Simbol yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ).

Gambar 2. menunjukkan bahwa kadar antosianin mengalami penurunan dari F2-F7, atau dari konsentrasi ubi ungu 45-20%. Kadar antosianin tertinggi terdapat pada beras analog F2, sedangkan terendah terdapat pada F7. Hal ini sesuai karena peningkatan konsentrasi sagu, atau penurunan konsentrasi ubi jalar ungu menyebabkan terjadinya penurunan kadar

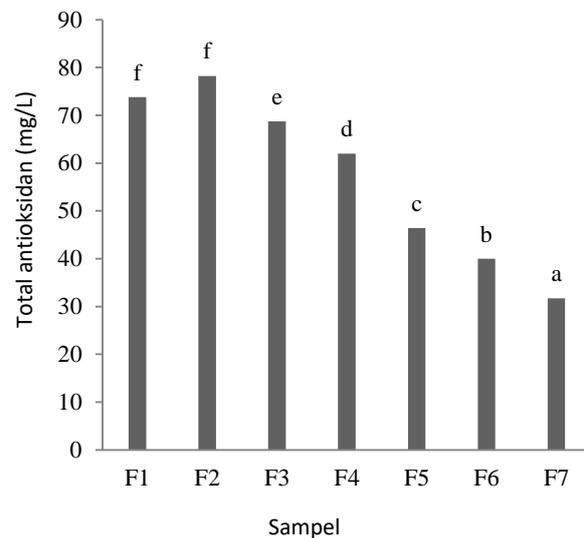
antosianin dalam beras analog. Menurut analisa statistik, kadar antosianin beras analog F1-F7 sangat berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). Kecuali, kadar antosianin F3 dan F4 yang secara statistik tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Selain sebagai pewarna, kandungan antosianin pada ubi jalar ungu juga memiliki keuntungan bagi kesehatan seperti antimutagenik, antidiabetes (Terahara dkk., 2004), memiliki aktivitas antikarsinogenik (Katsube dkk., 2003), serta sebagai antioksidan. Antosianin secara umum terdiri dari struktur dasar aglikon (antosianidin), dan gugusan glikon (gula), namun terkadang juga memiliki gugusan asil (MacDougall dkk., 2002). Sianidin dan peonidin merupakan antosianidin utama pada ubi jalar ungu (Jiao dkk., 2012). Kedua antosianidin tersebut merupakan senyawa yang berkontribusi besar terhadap aktivitas antioksidan. Berdasarkan struktur molekulnya, terdapat jenis antosianin yang lebih stabil daripada lainnya yaitu antosianin dalam bentuk terasetilasi. Menurut penelitian Giusti & Wrolstad (2003), kandungan antosianin pada ubi jalar ungu merupakan jenis antosianin terasetilasi yaitu sianidin dan peonidin yang terasetilasi dengan satu atau dua asam sinamat yang larut dalam pelarut polar seperti air, etanol, metanol serta stabil pada kondisi asam (Leimena, 2008).

### Total antioksidan

Metode total antioksidan digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan beras analog yang dibuat. Pemilihan metode ini dilakukan karena metode ini dapat menghitung total antioksidan dari suatu sampel dalam media berair. Hasil pengujian total antioksidan beras analog dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. menunjukkan bahwa total antioksidan beras analog mengalami penurunan dari F2-F7, atau dari konsentrasi ubi ungu 45-20%. Total antioksidan tertinggi terdapat pada beras analog F2, sedangkan terendah terdapat pada F7. Hal ini sesuai karena peningkatan konsentrasi sagu, atau penurunan konsentrasi ubi jalar ungu yang menyebabkan terjadi penurunan total antioksidan. Menurut analisa statistik, total antioksidan beras analog F1-F7 sangat berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). Kecuali, kadar antosianin F1 dan F3 yang secara statistik tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ).

Total antioksidan yang tinggi menunjukkan bahwa beras analog memiliki kemampuan yang tinggi untuk mereduksi  $Fe^{3+}$ - (TPTZ) menjadi  $Fe^{2+}$ - (TPTZ). Senyawa antioksidan dalam beras analog memiliki kemampuan untuk mendonorkan elektronnya. Tinggi rendahnya kandungan total antioksidan dalam beras analog tersebut berhubungan langsung dengan aktivitasnya sebagai penyumbang elektron. Data ini didukung oleh kadar antosianin beras analog. Kemampuan antioksidan beras analog diduga berasal dari antosianin.



Gambar 3. Total antioksidan beras analog (Keterangan: data merupakan rerata dari 2 ulangan. Simbol yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ))

### Korelasi warna dan potensi antioksidan

Pengujian korelasi warna dan potensi antioksidan beras analog yang meliputi fitokimia antioksidan dan aktivitas antioksidannya dilakukan secara statistik. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana hubungan warna beras analog terhadap potensi antioksidannya. Pengujian menggunakan rumus statistik regresi sederhana. Hubungan warna dan potensi antioksidan beras analog dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Korelasi warna dan potensi antioksidan beras analog

| No | Warna | Potensi antioksidan                      |  |  |
|----|-------|--|--|--|
|    |       | Total Fenolik                            | Antosianin                               | Total Antioksidan                        |
| 1  | L     | $y = 0,454x + 3,0973$<br>$R^2 = 0,0775$  | $y = 0,1573x - 1,7973$<br>$R^2 = 0,2116$ | $y = 0,3713x + 6,122$<br>$R^2 = 0,0609$  |
| 2  | a     | $y = 4,3756x - 21,437$<br>$R^2 = 0,4156$ | $y = 0,869x - 2,8348$<br>$R^2 = 0,3873$  | $y = 2,9746x - 7,9134$<br>$R^2 = 0,2562$ |
| 3  | b     | $y = 9,1629x + 16,293$<br>$R^2 = 0,7152$ | $y = 1,8998x + 4,6315$<br>$R^2 = 0,6985$ | $y = 9,2228x + 14,403$<br>$R^2 = 0,8514$ |

Tabel 2 menunjukkan bahwa tingkat kecerahan L beras analog sagu baruk dan ubi jalar ungu tidak berkorelasi dengan potensi antioksidan beras analog nilai  $R^2 < 0,01$ . Hal serupa diperoleh pada pengujian korelasi warna a\* menggunakan regresi sederhana. Hubungan antara warna dan potensi antioksidan hanya terdapat pada nilai b\*, dimana nilai  $R^2$  berkisar 0,6-0,8 yang artinya memiliki korelasi yang kuat. Korelasi bermanfaat untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel (kadang lebih dari dua variabel) dengan skala-skala tertentu, misalnya Pearson data harus berskala interval atau rasio; Spearman dan Kendal menggunakan skala ordinal; Chi Square menggunakan data nominal. Kuat lemah hubungan diukur diantara jarak (range) 0 sampai dengan 1. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan (*strength*) hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah (dan sebaliknya).

#### Korelasi fitokimia antioksidan dan aktivitas antioksidan

Hubungan fitokimia antioksidan dan aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai  $R^2 = 0,914$  atau  $r = 0,956$ . Nilai koefisien  $r$  yang lebih dari 0,75 menggambarkan hubungan yang sangat kuat antara total fenolik dan total antioksidan radikal bebas beras analog. Kondisi ini sesuai dengan penelitian Paixao dkk. (2007) yang menemukan hubungan antara kandungan total fenolik sebesar  $R^2 = 0,92$  untuk wine merah, rose dan putih. Mekanisme pengujian total antioksidan yaitu donor electron, atau senyawa yang mampu mereduksi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$ . Senyawa fenolik

merupakan senyawa pereduksi yang baik. Sehingga semakin banyak senyawa fenolik menyebabkan semakin banyak elektron yang didonorkan.

Tabel 3. Hubungan fitokimia antioksidan dan aktivitas antioksidan

| Fitokimia antioksidan | Total antioksidan                       |
|-----------------------|---|
| Total fenolik         | $y = 0,2006x + 1,4536$<br>$R^2 = 0,914$ |
| Kadar antosianin      | $y = 0,2201x + 1,271$<br>$R^2 = 0,937$  |

Dengan demikian, tinggi atau rendahnya total antioksidan akan sejalan dengan jumlah senyawa fenolik dalam sampel. Hubungan kadar antosianin menunjukkan nilai  $R^2 = 0,937$  atau  $r = 0,968$ . Nilai koefisien  $r$  yang lebih dari 0,75 menggambarkan hubungan yang sangat kuat antara kadar antosianin dan total antioksidan radikal bebas beras analog. Rebaya dkk. (2015) meneukan hubungan antara flavonoid dan total antioksidan dari ekstrak daun *Halimium halimifolium* (Cistaceae) sebesar  $R^2 = 0,9601$ . Mekanisme pengujian total antioksidan yaitu donor elektron, atau senyawa yang mampu mereduksi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$ . Antosianin merupakan senyawa pereduksi yang baik, sehingga semakin banyak antosianin menyebabkan semakin banyak elektron yang didonorkan. Dengan demikian, tinggi atau rendahnya total antioksidan akan sejalan dengan jumlah antosianin dalam sampel.

#### KESIMPULAN

Beras analog memiliki warna khas ungu antosianin yang mengandung fitokimia antioksidan dan menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astawan, M. & Kasih, A.L. 2008. *Khasiat warna-warni makanan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Giusti, M.M. & Wrolstad, R.E. 2003. Acylated anthocyanins from edible Sources and their applications in food system a review. *Biochemical Engineering Journal*. 14(3), 217-225.
- Halvorsen, B.L., Holte, K., Myhstrad, M. C.W., Barikmo, I., Hvtum, E., Ramberg, S.F., Wolrd, A.B., Haffner, K., Baugerod, H., Andersen, L.F., Moskaug, O., Jacobs Jr, D. R. & Blomhoff. 2002. A systematic Screening of total antioxidant in dietary plant. *The Journal of Nutrition*. 132(3), 461-471.
- Harborne, J.B. 1983. *Metode fitokimia*. ITB Bandung
- Jiao, Y., Jiang, Y., Zhai, W. & Yang, Z. 2012. Studies on antioxidant capacity of anthocyanin extract from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *African Journal of Biotechnology*. 11(27), 7046-7054.
- Jeong, S.M., Kim, S.Y., Kim, D.R., Jo, S.C., Nam, K.C., Ahn, D.U. & Lee, S.C. 2005. Effect of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52(11), 3389-3393.
- Katsube, N., K. Iwashita, T. Tsushida, K. Yamaki, M. Kobori. 2003. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(1), 68-75.
- Leimena, B.B. 2008. *Karakterisasi dan purifikasi antosianin pada buah duwet*. IPB. Bogor
- MacDougall, D.B. 2002. *Color in food*. CRC press, Boca Raton.
- Paixaõ, N. Perestrelo, R. Marques, J.C. & Caˆmara, J.S. 2007. Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rose´ and white wines. *Food Chemistry*. 105(1), 204-214.
- Prior, R.L., Wu, X. & Schaich, K. 2005. Standardized methods for determination of antioxidant capacity and phenolics in food and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(10), 4290-4302.
- Purwani, E & Muwakhidah. 2006. *Efek berbagai pengawet alami sebagai pengganti formalin terhadap sifat organoleptik dan masa simpan daging dan ikan*. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rebaya, A. Belghith, S.I., Baghdikian, B., Leddet, V.M., Mabrouki, F., Olivier, E., Cherif, J.K. & Ayadi, M.T. 2015. Total phenolic, total flavonoid, tannin content, and antioxidant capacity of *Halimium halimifolium* (Cistaceae). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 5(01), 052-057.
- Rosmisari, A. 2006. Review: Tepung jagung komposit, pembuatan dan pengolahannya. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Pengembangan Pertanian*. BPPPT, Bogor.
- Shahidi, F. & Naczk, M. 2004. *Phenolic in food neutraceuticals*. CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Slamet, B. 2012. *IPB Kembangkan beras dari tepung nonpadi*. <http://indonesianic.wordpress.com/2012/04/14/ipb-kembangkan-beras-dari-tepung-nonpadi/>.
- Terahara, N., Konczak, I., Ono, H., Yoshimoto, M. & Yamakawa, O. 2004. Characterization of acylated anthocyanins in callus induced from storage root of purple-fleshed sweet potato, *Ipomea batatas* L. *Journal of Biomedicine and Biothechnology*. 2004(5), 279-286.