

## KARAKTERSITIK FISIKOKIMIA EKSTRAK BEKATUL BERAS HITAM ASAL DESA CENGOLO - TABANAN SEBAGAI SUMBER PEWARNA FUNGSIONAL

*Physicochemical Characteristics of Black Rice Bran Extract from Cengolo Village – Tabanan  
As a Source of Functional Dyes*

**Ida Ayu Ary Widnyani<sup>\*1</sup>, Ni Made Wartini<sup>2</sup>, dan Ni Luh Putu Wrasati<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi, Institut Teknologi dan Kesehatan Bali, Denpasar

<sup>2</sup>Program Studi Magister Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,  
Universitas Udayana, Denpasar

Diterima 12 Juli 2023 / Disetujui 26 Juli 2023

### ABSTRACT

*Black rice bran is a byproduct of the black rice removal process which has the potential to become a functional food colorant. This research aims to Determine the effect of materials comparison with solvent and pH solvent to the characteristic of extract from rice black bran and determine the material ratio with solvent and pH solvent to produce the best black rice bran extract that can be applied to food products. This study used a randomized block design (RAK) 2 factor 3 groups. The extraction process used the maseration method. The results showed that the comparative treatment of the material with solvent and pH and the interactions affected the rendement parameter, anthocyanin content, and colors (L\*, a\*, and b\*). The result showed the best treatment is the comparative treatment with solvent 1:10 and pH 1 is the best treatment. The characteristic is rendemens 0,0089%, total anthocyanin 596,944 mg/l, L\* value 51.533 a\* value 26.933 b\* value 32.133.*

**Keyword:** Black rice bran, Extract, Anthocyanin

### ABSTRAK

Bekatul beras hitam merupakan hasil samping pada proses penyosohan beras hitam yang berpotensi untuk dijadikan bahan pewarna fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk, Menentukan pengaruh perbandingan bahan dengan pelarut dan pH terhadap karakteristik ekstrak pewarna bekatul beras hitam serta menentukan perbandingan bahan dengan pelarut dan pH terbaik untuk menghasilkan ekstrak pewarna bekatul beras hitam yang dapat diaplikasikan pada produk pangan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) 2 faktor 3 kelompok. Proses ekstraksi sampel menggunakan metode maserasi. Hasil penelitian menunjukkan, perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut dan pH pelarut serta interaksinya berpengaruh terhadap parameter uji rendemen, total antosianin, Warna (L\*, a\*, dan b\*). Perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut 1:10 dan pH 1 merupakan perlakuan terbaik untuk mendapatkan ekstrak bekatul beras hitam dengan karakteristik, rendemen 0,0089%, total antosianin 596,944 mg/l, nilai L\* 51,533, nilai a\* 26,933, nilai b\* 32,133.

**Kata kunci :** Bekatul beras hitam, Ekstrak, Antosianin

### PENDAHULUAN

Pewarna sintetis dewasa ini semakin menggeser penggunaan pewarna alami yang bersumber dari bagian-bagian tanaman seperti akar, batang, daun, dan bunga. Pewarna sintetis semakin banyak diaplikasikan pada produk pangan karena memiliki spektrum warna yang luas, memiliki stabilitas yang baik,

harga murah, mudah didapatkan, dan dalam konsentrasi kecil dapat menghasilkan warna yang diinginkan. Mengonsumsi produk pangan yang ditambahkan zat pewarna yang dilarang atau penggunaan zat pewarna sintetis yang berlebihan dapat membahayakan kesehatan konsumen. (Handayani & Rahmawati, 2012). Semakin banyaknya resiko yang dihadapi oleh konsumen setelah

---

\*Korespondensi Penulis

Email: aridnyani@iainid.ac.id

mengonsumsi produk pangan dengan penggunaan pewarna sintetis, mendorong adanya usaha-usaha untuk mengeksplorasi kembali zat pewarna alami (pigmen) yang berasal dari bagian tumbuhan yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pewarna alami. Penggunaan bahan pewarna alami dianggap lebih aman dibandingkan dengan penggunaan bahan pewarna sintetis. Sumber zat pewarna juga dapat berasal dari limbah atau bagian tanaman yang sudah tidak terpakai lagi dalam proses pengolahan pascapanen, salah satunya adalah pemanfaatan limbah bekatul beras hitam yang merupakan hasil samping pada proses penyosohan beras hitam (Pedro *et al.*, 2016).

Bekatul merupakan lapisan terluar dari beras yang akan terlepas dan menjadi limbah saat proses penyosohan beras. Bekatul beras hitam memiliki senyawa pigmen antosianin dalam jumlah yang paling besar bila dibandingkan dengan bekatul beras putih dan merah (Sutarut dan Sudarat, 2012). Bekatul beras hitam mengandung senyawa pigmen antosianin, oryzanol, serat, vitamin dan mineral. Proses ekstraksi dapat dilakukan untuk mendapatkan senyawa pigmen yang terkandung di dalam bekatul beras hitam. Senyawa pigmen antosianin merupakan senyawa pigmen yang bersifat polar yang akan larut dengan sangat baik pada pelarut polar (Lee *et al.*, 2017). Antosianin memiliki kemampuan sebagai antioksidan karena memiliki ikatan rangkap terkonjugasi. Ikatan rangkap ini memiliki mekanisme penangkapan radikal bebas.

Melihat potensi senyawa bioaktif yang dimiliki oleh bekatul beras hitam, menjadi salah satu dasar penelitian untuk menggali potensi bekatul beras hitam sebagai bahan pewarna fungsional yang dapat memberikan efek positif bagi tubuh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat menentukan pengaruh perbandingan bahan dengan pelarut dan pH terhadap karakteristik ekstrak pewarna bekatul

beras hitam serta menentukan perbandingan bahan dengan pelarut dan pH terbaik.

## METODE PENELITIAN

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bekatul beras hitam yang didapatkan dari Banjar Cengolo Desa Sudimara Kabupaten Tabanan, etanol 96 % (Bratachem), pelarut etanol pro analisis (Merck), larutan HCl (Merck), dan NaOH (Merck).

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) 2 faktor. Faktor pertama yaitu perbandingan bahan dengan pelarut yang terdiri dari 3 taraf ( $A_1 = 1:10$ ,  $A_2 = 1:15$ , dan  $A_3 = 1:20$ ) dan faktor kedua adalah pH awal pelarut yang terdiri 4 taraf ( $B_1 = 1$ ,  $B_2 = 3$ ,  $B_3 = 5$ , dan  $B_4 = 7$ ) Percobaan ini mendapatkan 12 kombinasi perlakuan dan dikelompokkan menjadi 3 kelompok sehingga diperoleh 36 unit percobaan.

### Persiapan Sampel

Bekatul beras hitam dikeringkan dengan oven pada suhu  $60^{\circ}\text{C} \pm 2$  hingga kadar airnya mencapai 12% kemudian dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh hingga menjadi bekatul bubuk. Bekatul yang sudah lolos ayakan 60 mesh kemudian ditimbang sebanyak 20 gram untuk masing-masing kombinasi perlakuan.

### Ekstraksi Sampel

Proses ekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol. Bekatul bubuk ditimbang seberat masing-masing 20 gram dimasukkan ke dalam toples kaca. Disiapkan pelarut etanol 96% dengan tingkat keasaman sesuai perlakuan (pH 1, 3, 5, dan 7) dengan menggunakan larutan HCl untuk mengatur keasaman. Bekatul bubuk ditambah pelarut etanol sesuai perlakuan perbandingan bahan dan pelarut (1:10; 1:15 dan 1:20). Toples kaca

kemudian ditutup dengan rapat untuk menghindari penguapan pelarut, proses maserasi berlangsung selama 48 jam pada suhu ruang (27-30°C). Filtrat yang didapat kemudian dievaporasi hingga seluruh pelarut menguap. Ekstrak kental yang menempel, diresuspensi menggunakan pelarut etanol pro analisis. Ekstrak dipindahkan kedalam cawan petri untuk dikering anginkan agar pelarut menguap seluruhnya (Rattanachitthawat *et al.*, 2010; Widarta dan Arnata, 2014 yang dimodifikasi).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rendemen

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut dan pH berpengaruh sangat nyata ( $P > 0,01$ ) dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap rendemen ekstrak bekatul beras hitam. Nilai rata-rata rendemen ekstrak bekatul beras hitam ditampilkan pada Tabel 1. Kombinasi perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut 1:10, pH 1 memiliki rata-rata rendemen tertinggi yaitu 0,089% tetapi tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut 1:10, pH 3 dan 5.

Kombinasi perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut 1:20 dan pH 7 memiliki rendemen terendah yaitu 0,006%. Semakin banyak perbandingan bahan dengan pelarut dan semakin tinggi pH yang digunakan, rendemen yang didapatkan semakin rendah. perbandingan bahan : pelarut 1:10 diduga sebagai titik optimum proses ekstraksi, sehingga pada penggunaan jumlah 1:15 dan 1:20 tidak memberikan efek kenaikan rendemen ekstrak. Penggunaan jumlah pelarut yang besar akan mempengaruhi waktu yang digunakan dalam proses evaporasi menjadi lebih lama sehingga degradasi senyawa bioaktif seperti antosianin, fenol, dan vitamin meningkat yang menyebabkan rendahnya kadar rendemen yang didapatkan. Hasil

penelitian ini sejalan dengan penelitian Farida dan Fitri (2015) yang menyatakan penggunaan rasio bahan dengan pelarut 1:20 pada proses ekstraksi limbah kulit buah manggis menghasilkan rendemen yang lebih tinggi yaitu 177,56 ppm sedangkan pada penggunaan pelarut dengan volume lebih besar 1:30 hanya menghasilkan rendemen sebesar 95,46 ppm.

Pada penggunaan pelarut pH rendah, penggunaan asam kuat seperti asam klorida (HCl) sebagai campuran bahan pelarut menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan pelarut tanpa diasamkan dan pelarut yang diasamkan dengan asam lemah seperti asam asetat. Asam kuat mampu menghasilkan banyak ion  $H^+$ . HCl memiliki kemampuan mendestruksi sel tumbuhan sehingga senyawa bioaktif pada tumbuhan dapat keluar dari dalam sel dengan baik (Fathinatullabibah *et al.* 2014 ; Sipali *et al.*, 2017).

### Warna

Perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut dan pH serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $P > 0,01$ ) pada nilai  $L^*$  (kecerahan). Nilai rata-rata  $L^*$  ekstrak bekatul beras hitam ditampilkan pada Tabel 2.

Menurut Jackman dan Smith (1996) peningkatan nilai  $L^*$  menunjukkan adanya degradasi senyawa antosianin karena adanya perubahan dari flavium ke bentuk kalkon (tidak berwarna). Proses degradasi ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti pH, suhu, paparan sinar matahari dan oksigen. Pada perlakuan perbandingan bahan dan pelarut 1:20, pH 7 diduga kesetimbangan kation flavium berubah menjadi kalkon yang tidak berwarna, degradasi berlanjut menjadi alfa diketon yang berwarna kecoklatan (Brouillard 1982; Elbe dan Schwartz, 1996). Degradasi antosianin karena faktor suhu terjadi secara cepat melalui proses hidrolisis pada ikatan glikosidik yang menghasilkan aglikon yang tidak stabil. Cincin aglikon tersebut akan terbuka dan membentuk gugus karbinol dan

**Tabel 1.** Nilai rata-rata rendemen ekstrak bekatul beras hitam

Perbandingan Bahan : Pelarut	pH			
	1	3	5	7
1:10	0,089±0,009a	0,086±0,009a	0,076±0,002a	0,057±0,010b
1:15	0,032±0,005c	0,030±0,003c	0,024±0,001c	0,023±0,001c
1:20	0,020±0,001cd	0,017±0,002c	0,020±0,013d	0,006±0,004f

Keterangan: Huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji beda Duncan 5%.

**Tabel 2.** Nilai Rata-Rata L\* Ekstrak Bekatul Beras Hitam

Perbandingan Bahan : Pelarut	pH			
	1	3	5	7
1:10	51,533±0,152 l	52,200±0,0500k	53,367±0,115j	54,400±0,043i
1:15	54,933±0,020h	56,933±0,057g	60,233±0,064f	60,400±0,158e
1:20	62,367±0,031d	65,900±0,020c	82,267±0,115b	87,100±0,010a

Keterangan: Huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji beda Duncan 5%.

**Tabel 3.** Nilai Rata-Rata a\* Ekstrak bekatul Beras Hitam

Perbandingan Bahan : Pelarut	pH			
	1	3	5	7
1:10	26,933±0,058a	21,933±0,020c	-14,8±0,173d	-72,133±0,041d
1:15	26,666±0,025b	17,066±0,115c	-31,8±0,100d	-35,667±0,057cd
1:20	25,033±0,115c	18,367±0,11c	-31,767±0,058d	-35,567±0,011d

Keterangan: Huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji beda Duncan 5%.

**Tabel 4.** Nilai Rata-Rata b\* Ekstrak Bekatul Beras Hitam

Perbandingan Bahan : Pelarut	pH			
	1	3	5	7
1:10	36,100±0,088h	37,650±0,053e	38,790±0,026c	32,133±0,032k
1:15	35,927±0,055i	42,633±0,032a	36,500±0,027g	38,117±0,047d
1:20	35,700±0,010j	41,743±0,038b	36,330±0,036j	36,963±0,006f

Keterangan: Huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji beda Duncan 5%.

kalkon yang tidak berwarna (Muthmainnah, 2017).

Pada nilai a\* perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut dan pH serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $P>0,01$ ). Nilai rata-rata a\* ekstrak bekatul beras hitam ditampilkan pada Tabel 3.

Dalam suasana asam antosianin akan berwarna merah, sedangkan pada suasana basa antosianin akan berwarna ungu dan biru. pH mempengaruhi kecepatan reaksi perubahan kation flavium (merah) menjadi kalkon (tidak berwarna hingga kekuningan). Kation flavium akan stabil pada suasana asam dan berubah menjadi pudar pada suasana basa (Man, 1997 ; Mastuti *et al.*, 2013). Penggunaan pelarut yang terlalu banyak dan pH yang tinggi (pH 7) kemungkinan menjadi penyebab rendahnya

nilai a\* yang didapatkan. Semakin banyak pelarut yang digunakan, waktu evaporasi akan semakin lama sehingga semakin banyak senyawa antosianin yang terdegradasi. Penurunan ini terjadi karena senyawa antosianin yang mudah rusak pada penggunaan suhu tinggi akan membentuk coumarin 3,5- diglukosida. Senyawa coumarin 3,5-diglukosida akan terbentuk sebagai hasil dari degradasi senyawa antosianin (Fenema, 1996 ; Cao *et al.*, 2019). Pada nilai b\* perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut, pH pelarut dan interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $P>0,01$ ) pada nilai b\* (biru-kuning). Nilai rata-rata b\* ekstrak bekatul beras hitam ditampilkan pada Tabel 4.

Peningkatan nilai b\* disebabkan juga adanya penumpukan hasil degradasi

**Tabel 5.** Rata-Rata Nilai Total Antosianin Ekstrak Bekatul Beras Hitam

Perbandingan Bahan : Pelarut	pH			
	1	3	5	7
1:10	596,944±0,047a	154,526±0,014f	131,077±0,103f	52,787±0,0213g
1:15	578,229±0,068a	506,946±0,037b	499,852±0,079b	249,069±0,031e
1:20	381,474±0,033c	316,966±0,019d	259,764±0,0133c	143,643±0,013f

Keterangan: Huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji beda Duncan 5%.

antosianin selama proses pemanasan menjadi kalkon yang tidak berwarna hingga kuning kecoklatan (Suirta, 2016). Pada perbandingan bahan dan pelarut 1:20 spektrum warna yang terbentuk adalah alfa diketon sehingga warnanya kecoklatan.

### Total Antosianin

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $P>0,01$ ) terhadap total antosianin. Nilai rata-rata total antosianin ekstrak bekatul beras hitam ditampilkan pada Tabel 5. Pada perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut 1:10, pH 1 diduga menjadi titik optimum ekstraksi sampel. pH pelarut yang lebih rendah memberikan hasil yang lebih besar terhadap kadar total monomer antosianin pada durasi waktu ekstraksi yang sama (Tananuwong dan Tawaruth, 2010).

Menurut Moldovan *et al.* (2012) tingkat keasaman saat proses ekstraksi sangat mempengaruhi kadar total antosianin. Bentuk ini berhubungan dengan struktur kimia antosianin pada pH 1-2 yang didominasi oleh bentuk kation flavium. Antosianin dalam struktur kation flavium pada pH rendah merupakan bentuk yang paling stabil dari senyawa antosianin. Pada perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut 1:10 dan pH 7 rendahnya hasil total antosianin diduga sangat dipengaruhi oleh penggunaan pelarut dengan pH tinggi menjadi penyebab rendahnya total antosianin yang didapatkan (Maulinda & Guntarti, 2015 ; Pratiwi & Priyani, 2019). Kesetimbangan antosianin sangat dipengaruhi oleh pH, perubahan warna pada antosianin pada pH 7 merupakan tanda

terjadinya degradasi. Degradasi antosianin akan membentuk coumarin 3,5-diglukosida. Senyawa coumarin 3,5-diglukosida akan terbentuk sebagai hasil dari degradasi senyawa antosianin (Fenema, 1996).

### Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik ditunjukkan dengan nilai hasil (nh) tertinggi, pada penelitian ini, jumlah bahan dengan pelarut 1:10 dan pH 1 mendapatkan nilai hasil (nH) tertinggi sebesar 0,954 dengan karakteristik, rendemen 0,0089%, total antosianin 596,944 mg/l, nilai  $L^*$  51,533, nilai  $a^*$  26,933, nilai  $b^*$  32,133.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut dan pH pelarut serta interaksinya berpengaruh terhadap parameter uji rendemen, Warna ( $L^*$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$ ) dan total antosianin. Perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut 1:10 dan pH 1 merupakan perlakuan terbaik untuk mendapatkan ekstrak bekatul beras hitam dengan karakteristik, rendemen 0,0089%, nilai uji warna ( $L^*$  51,533, nilai  $a^*$  26,933, nilai  $b^*$ 32,133), total antosianin 596,944 mg/l.

### DAFTAR PUSTAKA

- Brouillard, R. 1982. Chemical Structure of Anthocyanins. In P. Markakis (Ed.), Anthocyanins as Food Colours. 26–28. Academic Press. New York.
- Cao, D., Liu, Z., Verwilst, P., Koo, S., Jangjili, P., Kim, J. S., & Lin, W. (2019). Coumarin-based small-molecule

- fluorescent chemosensors. *Chemical reviews*, 119(18), 10403-10519.
- Elbe, J. H. V. and Schwartz, T. J. (1996). Colorants. In: Fennema, O. R. *Food Chemistry Third Edition* p 651-722. Marcell Dekker, New York.
- Farida, R., & Nisa, F. C. (2015). Ekstraksi Antosianin Limbah Kulit Manggis Metode Microwave Assisted Extraction (Lama Ekstraksi Dan Rasio Bahan: Pelarut)[In Press April 2015]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 362-373.
- Fathinatullabibah, F., Khasanah, L. U., & Kawiji, K. (2014). Stabilitas antosianin ekstrak daun jati (*Tectona grandis*) terhadap perlakuan pH dan suhu. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(2).
- Fennema, O. R. (1996). Water and ice. *Food Science And Technology-New York-Marcel Dekker-*, 17- 94.
- Handayani, P. A., & Rahmawati, A. (2012). Pemanfaatan kulit buah naga (dragon fruit) sebagai pewarna alami makanan pengganti pewarna sintetis. *Jurnal bahan alam terbarukan*, 1(2).
- Jackman, R. L., & Smith, J. L. (1996). Anthocyanins and betalains. In *Natural food colorants* (pp. 244-309). Boston, MA: Springer US.
- Lee, Y. M., Yoon, Y., Yoon, H., Park, H. M., Song, S., & Yeum, K. J. (2017). Dietary anthocyanins against obesity and inflammation. *Nutrients*, 9(10), 1089.
- Man, J. M. de. 1997. *Kimia Makanan*. ITB. Bandung.
- Mastuti, E., Fristianingrum, G., & Andika, Y. (2013). Ekstraksi dan uji kestabilan warna pigmen antosianin dari bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai bahan pewarna makanan.
- Maulida, R., & Guntarti, A. (2015). Pengaruh Ukuran Partikel Beras Hitam (*Oryza Sativa* L.) Terhadap Rendemen Ekstrak Dan Kandungan Total Antosianin.[Influence of black rice particle size (*Oryza Sativa* L.) against rendement extract and total content of antosianin]. *J Pharm*, 5(1), 9-16.
- Moldovan, B., David, L., Chişbora, C., & Cimpoiu, C. (2012). Degradation Kinetics of Anthocyanins from European Cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) Fruit Extracts. Effects of Temperature, pH and Storage Solven. *Molecules*, 17(10), 11655-11666.
- Muthmainnah, B. (2019). Skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder dari ekstrak etanol buah delima (*Punica granatum* L.) dengan metode uji warna. *Media Farmasi*, 13(2), 36-41.
- Pedro, A. C., Granato, D., & Rosso, N. D. (2016). Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa* L.) by modeling and assessing their reversibility and stability. *Food Chemistry*, 191, 12-20.
- Pratiwi, S. W., & Priyani, A. A. (2019). Pengaruh pelarut dalam berbagai pH pada penentuan kadar total antosianin dari ubi jalar ungu dengan metode pH diferensial spektrofotometri. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 4(1), 89-96.
- Rattanachitthawat, S., Suwannalert, P., Riengrojpitak, S., Chaivasut, C., & Pantuwatana, S. (2010). Phenolic content and antioxidant activities in red unpolished Thai rice prevents oxidative stress in rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(9), 796-801.
- Sipahli, S., Mohanlall, V., & Mellem, J. J. (2017). Stability and degradation kinetics of crude anthocyanin extracts from *H. sabdariffa*. *Food Science and Technology*, 37, 209-215.
- Suirta, I. W. (2016). Sintesis senyawa kalkan serta uji aktivitas sebagai antioksidan. *Jurnal Kimia*, 10(1), 75-80.
- Sutharut, J., & Sudarat, J. (2012). Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. *International Food Research Journal*, 19(1).

- Tananuwong, K., & Tewaruth, W. (2010). Extraction and application of antioxidants from black glutinous rice. *LWT-Food Science and Technology*, *43*(3), 476-481.
- Widarta, I. W. R., & Arnata, I. W. (2014). Stabilitas aktivitas antioksidan ekstrak bekatul beras merah terhadap oksidator dan pemanasan pada berbagai ph [Stability of antioxidant activity of red rice bran extract subjected to oxidator and heating in various pH]. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, *25*(2), 193-193.