

PEMANFAATAN UBI JALAR UNGU (*Ipomoea batatas* L. Poir) SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN TEPUNG TERIGU DAN SUMBER ANTIOKSIDAN PADA ROTI TAWAR

[Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L. Poir) as a Partial Substitute of Wheat flour and Source of Antioxidant on Plain Bread]

Hardoko*, Liana Hendarto, dan Tagor Marsillam Siregar

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UB dan Jurusan Teknologi Pangan UPH,

Diterima 15 Maret 2009 / Disetujui 25 Februari 2010

ABSTRACT

Purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Poir) is potential for functional food, especially as antioxidant source due to its purple color and other nutrient content. The objective of this research was to produce plain bread containing antioxidant by partial substitution of wheat flour with purple sweet potato flour. The result showed that the best plain bread was produced by a maximum substitution of 20% purple sweet potato flour to wheat flour. The hedonic characteristics of the resulting bread including aroma, taste, and texture were not significantly different from bread without substitution. Nevertheless, the crust was harder and darker. Addition of 1.0% GMS emulsifier and reduction of purple potato flour to 15% increased the score of softness, hedonic texture, acceptance level, as well as the volume of the bread. The substituted bread had antioxidant activity of 55833.78 ppm DPPH as shown by the IC₅₀ value and contained 4.30% of dietary fiber.

Key words : antioxydan activity, purple sweet potato, plain bread, substitute

PENDAHULUAN

Ubi jalar ungu merupakan salah satu jenis ubi jalar yang banyak ditemui di Indonesia selain yang berwarna putih, kuning, dan merah (Lingga, 1995). Ubi jalar ungu jenis *Ipomoea batatas* L. Poir memiliki warna ungu yang cukup pekat pada daging ubinya, sehingga banyak menarik perhatian. Menurut Pakorny *et al.*, (2001) dan Timberlake dan Bridle (1982) warna ungu pada ubi jalar disebabkan oleh adanya pigmen ungu antosianin yang menyebar dari bagian kulit sampai dengan daging ubinya. Konsentrasi antosianin inilah yang menyebabkan beberapa jenis ubi ungu mempunyai gradasi warna ungu yang berbeda (Yang dan Gadi, 2008).

Menurut Pakorny *et al.*, (2001) dan Timberlake dan Bridle (1982), antosianin pada ubi jalar ungu mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Perbedaan aktivitas antioksidan pada ubi jalar merah dan merah adalah pada jenis zat warnanya. Pada ubi jalar merah yang ditemukan dominant adalah jenis pelargonidin-3-rutinoside-5-glucoside, sedangkan pada ubi jalar ungu adalah antosianin dan peonidin glikosida yang mempunyai aktivitas antioksidan lebih kuat. Dengan demikian ubi jalar ungu mempunyai potensi besar sebagai sumber antioksidan alami dan sekaligus sebagai pewarna ungu alami.

¹ Selanjutnya, Shahidi dan Nacz (1995) menyatakan bahwa senyawa antioksidan alami mampu memperlambat, menunda, ataupun mencegah proses oksidasi. Kandungan antosianin pada ubi jalar ungu cukup tinggi, seperti yang dilaporkan oleh Kumalaningsih (2008) kandungannya mencapai 519 mg/100g berat basah, sehingga berpotensi besar sebagai sumber antioksidan untuk kesehatan manusia.

Secara nutrisi, ubi jalar pada umumnya didominasi oleh karbohidrat yang dapat mencapai 27,9% dengan kadar air 68,5% (Depkes, 1981), sedang dalam bentuk tepung karbohidratnya mencapai 85,26% dengan kadar air 7,0%. Selain itu, Zuraidda dan Supriati (2008) menyatakan bahwa tepung ubi jalar mempunyai kadar abu dan kadar serat yang lebih tinggi, serta kandungan karbohidrat dan kalori yang hampir setara dengan tepung terigu. Hal ini mendukung pemanfaatan tepung ubi jalar sebagai alternatif sumber karbohidrat yang dapat disubstitusikan pada produk terigu dan turunannya yang bernilai tambah bagi kesehatan.

Roti tawar merupakan salah satu produk turunan dari terigu yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia khususnya masyarakat perkotaan sebagai pengganti makanan pokok nasi. Namun tepung terigu sebagai bahan baku roti tawar di Indonesia masih impor. Dalam rangka mengurangi ketergantungan terigu dan pengembangan roti tawar perlu dilakukan upaya substitusi dengan tepung lain. Dalam hal ini, Egan dan Allen (1992) menyatakan bahwa dalam pembuatan roti bisa digunakan tepung lain selain tepung terigu meskipun tidak memiliki gluten yang cukup untuk mengembangkan roti, namun mempunyai nilai tambah bagi roti. Misalnya, Sunarlinah (1983) substitusi dengan ubi jalar putih, Purnomo (1994) substitusi dengan beberapa jenis tepung non-terigu, Anggadajaja (2002) dengan substitusi tepung garut.

Melihat berbagai karakteristik yang menguntungkan dari ubi jalar ungu dan kebutuhan masyarakat pada roti yang terus meningkat, maka perlu dipelajari penggantian sebagian tepung terigu dengan tepung ubi jalar ungu sehingga diperoleh produk roti tawar yang mengandung antioksidan yang menyehatkan dan sekaligus dapat mengurangi kebutuhan akan tepung terigu.

*Korespondensi penulis : Hardoko. Telp. 0341-719045

E-mail : oko8163@yahoo.com; hardoko@ub.ac.id

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan utama yang akan diteliti adalah berupa ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir) asal Malang dan dibantu oleh bahan-bahan lain seperti tepung terigu merek "Cakra Kembar" yang diproduksi oleh PT Indofood Sukses Makmur Tbk., gula pasir merek "Gulaku" yang diproduksi oleh PT Sweet Indolampung, air mineral merek "Aqua" yang diproduksi oleh PT Tirta Investama, yeast merek "Fermipan" yang diproduksi oleh PT Sangra Ratu Boga, shortening merek "Malinda" yang diperoleh dari Toko Aroma, bread improver merek "Baker's Bonus A" yang diproduksi oleh PT SAF INDONUSA, susu skim bubuk merek "Calci Skim Milk" yang diproduksi oleh PT INDOMILK, garam dapur merek "Refina" yang diproduksi oleh PT Unichem Candi Indonesia, Natrium metabisulfite ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), Glycerol monostearat (GMS) yang diperoleh dari PT Harum Sari, akuades, K_2SO_4 , Selenium, H_2SO_4 , H_2O_2 , mixed indikator, larutan asam borat, larutan HCl 0,2 N, Petroleum benzen, larutan DPPH 0,1 mM, dan metanol.

Metode

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap penelitian. Penelitian tahap pertama bertujuan untuk menentukan jumlah tepung ubi jalar ungu yang dapat menggantikan terigu sehingga menghasilkan roti tawar dengan karakteristik terbaik dan mempunyai aktivitas antioksidan yang optimal. Penelitian tahap kedua bertujuan untuk mengoptimalkan jumlah tepung ubi jalar yang dapat menggantikan tepung terigu seiring dengan adanya penambahan emulsifier sehingga dapat menghasilkan roti tawar dengan karakteristik terbaik dan mempunyai aktivitas antioksidan yang optimal.

Pada tahap pertama dilakukan percobaan pembuatan roti tawar dengan mensubstitusi sebagian tepung terigu dengan tepung ubi jalar ungu dengan persentase substitusi sampai 50 persen seperti pada Tabel 1. Pada tahap kedua dilakukan

percobaan optimasi formulasi pembuatan roti tawar dengan mensubstitusi tepung terigu dengan tepung ubi jalar ungu yang terbaik dari tahap satu, dikombinasikan dengan penambahan emulsifier sampai dengan 1,0 persen seperti terlihat pada Tabel 2.

Pembuatan tepung ubi jalar ungu

Ubi jalar ungu dicuci dan dikupas terus diiris tipis-tipis. Irisan selanjutnya direndam dalam larutan metabisulfite 0,3% selama 5 menit untuk mencegah pencoklatan. Kemudian disusun dalam nampan untuk dikeringkan dalam cabinet drier suhu 60°C selama 10 jam (sampai kering), didinginkan sampai suhu ruang, terus digiling dan disaring dengan ayakan 80 mesh. Tepung yang dihasilkan sebelum digunakan dianalisis karakteristiknya meliputi uji proksimat (AOAC, 1995), kadar serat makanan (Sulaeman *et al.*, 1992), dan aktivitas antioksidan metode DPPH (Amin dan Lee, 2005).

Pembuatan roti tawar

Berdasarkan formulanya masing-masing, bahan-bahan kering seperti tepung terigu, tepung ubi jalar ungu, instant yeast, gula pasir, susu skim bubuk, pengembang, dan garam dicampur dengan mixer hingga rata serta ditambah air sedikit demi sedikit dan diaduk hingga terbentuk adonan. Sambil tetap diaduk ditambahkan shortening hingga terbentuk adonan yang kalis. Untuk pengembangan adonan dibentuk bulat dan didiamkan selama 10 menit. Selanjutnya adonan dipotong dan ditimbang sesuai dengan hasil perhitungan (volume loyang/4,15) dan dibentuk bulat-bulat dan didiamkan kembali selama 15 menit. Setelah itu, tiap bulatan adonan dibentuk dengan rolling pin, dibalik, digulung, dan dimasukkan ke dalam loyang yang telah dioles dengan margarine, kemudian dimasukkan ke dalam proofer dan didiamkan kembali selama satu jam. Terakhir, adonan beserta cetakannya dimasukkan ke dalam oven suhu 190°C selama 25 menit (sampai matang), dan didinginkan hingga diperoleh roti tawar yang siap untuk diuji parameternya.

Tabel 1. Formulasi roti tawar ubi jalar ungu pada penelitian tahap satu (berdasarkan % bb total berat tepung)

Bahan	Kadar bahan (%bb) pada formula					
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
Tepung terigu	100	90	80	70	60	50
Tepung ubi jalar ungu	0	10	20	30	40	50
Air	60	60	60	60	60	60
Instant yeast	2	2	2	2	2	2
Gula pasir	8	8	8	8	8	8
Shortening	10	10	10	10	10	10
Susu skim bubuk	6	6	6	6	6	6
Garam	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Bread improver	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Keterangan : bb = berat basah

Tabel 2. Formulasi roti tawar ubi jalar ungu pada penelitian tahap dua (berdasarkan % total berat tepung)

Formula	Bahan (% bb)									
	Tepung Terigu	Tepung Ubi ungu	Air	Instant Yeast	Gula Pasir	Shortening	Skim bubuk	Garam	Pengembang	Emulsifier
S ₀ E ₀	100	0	60	2	8	10	6	1,5	0,5	0
S ₀ E _{0,5}	100	0	60	2	8	10	6	1,5	0,5	0,5
S ₀ E ₁	100	0	60	2	8	10	6	1,5	0,5	1
S ₁₅ E ₀	[100-(X-0,5)]	(X-0,5)	60	2	8	10	6	1,5	0,5	0
S ₁₅ E _{0,5}	[100-(X-0,5)]	(X-0,5)	60	2	8	10	6	1,5	0,5	0,5
S ₁₅ E ₁	[100-(X-0,5)]	(X-0,5)	60	2	8	10	6	1,5	0,5	1
S ₂₀ E ₀	[100-(X)]	(X)	60	2	8	10	6	1,5	0,5	0
S ₂₀ E _{0,5}	[100-(X)]	(X)	60	2	8	10	6	1,5	0,5	0,5
S ₂₀ E ₁	[100-(X)]	(X)	60	2	8	10	6	1,5	0,5	1
S ₂₅ E ₀	[100-(X+0,5)]	(X+0,5)	60	2	8	10	6	1,5	0,5	0
S ₂₅ E _{0,5}	[100-(X+0,5)]	(X+0,5)	60	2	8	10	6	1,5	0,5	0,5
S ₂₅ E ₁	[100-(X+0,5)]	(X+0,5)	60	2	8	10	6	1,5	0,5	1

Keterangan : X = hasil terbaik percobaan tahap satu (20%); bb = berat basah
S = Substitusi

Parameter yang diamati meliputi organoleptik hedonik dan skoring (Soekarto, 1981), aktivitas antioksidan metode DPPH (Amin dan Lee, 2005), volume spesifik metode *seed displacement* (Anggadajaja, 2002), dan uji proksimat (AOAC, 1995).

Uji aktivitas antioksidan metode DPPH (Amin dan Lee, 2005)

Sampel diekstrak terlebih dahulu dengan cara melarutkan 1 gram sampel dalam 10 ml metanol, kemudian didiamkan semalaman. Larutan sampel tersebut kemudian disaring dan filtratnya dikeringkan dengan menggunakan *rotary evaporator*. Hasil dari *rotary evaporator* tersebut merupakan ekstrak sampel.

Ekstrak sampel diambil sebanyak 0,25 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2 ml larutan DPPH 0,1mM dan ditambah metanol hingga volume dalam tabung reaksi mencapai 8 ml. Sampel tersebut kemudian dipindahkan ke dalam kuvet dan diukur absorbansinya. Pengukuran absorbansi dilakukan pada menit ke-30 dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Larutan kontrol dibuat dengan penambahan metanol ke dalam 2 ml larutan DPPH, hingga volume dalam tabung reaksi mencapai 8 ml. Metanol dalam pengujian ini digunakan sebagai blanko. Aktivitas Antioksidan (%) = [(absorbansi kontrol – absorbansi sampel) / absorbansi kontrol] x 100%.

Untuk menentukan nilai IC₅₀ dibuat kurva hubungan antara konsentrasi sample (X) dengan aktivitas antioksidannya (Y), sehingga diperoleh suatu persamaan garis lurus. Nilai IC₅₀ (ppm DPPH) diperoleh dengan memasukan 50% aktivitas antioksidan pada persamaan garis yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tepung Ubi Jalar Ungu

Karakteristik tepung ubi jalar ungu yang digunakan berdasarkan analisis proksimat, aktivitas antioksidan dengan IC₅₀, dan kandungan seratnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik tepung ubi jalar ungu dan tepung ubi jalar

Komponen	Kadar komponen tepung	
	Ubi jalar ungu	Ubi jalar*
Air (%bb)	7,00	7,00
Abu (%bb)	2,62	2,13
Lemak (%bb)	2,32	0,50
Protein (%bb)	1,69	5,12
Karbohidrat (%bb)	86,37	85,26
Nilai IC ₅₀ (ppm DPPH)	3142	-
Total dietary fiber (TDF) (%bb)	4,45	-
- Insoluble dietary fiber (IDF) (%bb)	1,26	-
- Soluble dietary fiber (SDF) (%bb)	3,18	-
Ukuran kehalusan tepung (<i>mesh</i>)	80	-

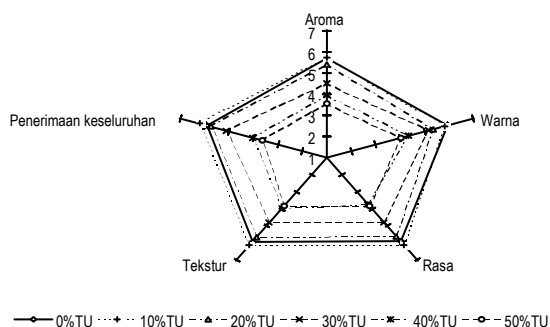
Keterangan : *Antarlina (1988)

Tabel 3 menunjukkan bahwa tepung ubi jalar ungu yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan tepung ubi jalar yang lain yang dibuat Antarlina (1998) dan telah memenuhi SNI No. 01-3751-2006 yakni kadar air maksimal 14,5% dan ukuran tepung minimal 70 mesh. Selain itu, berdasarkan IC₅₀ dan kadar seratnya (*dietary fiber*) maka tepung ubi jalar ungu berpotensi sebagai bahan makanan fungsional atau makanan kesehatan, terutama karena aktivitas antioksidannya. Dalam hal ini, makin tinggi nilai IC₅₀ maka akan makin rendah aktivitas antioksidannya. Kadar serat tepung ubi jalar ungu lebih tinggi daripada tepung terigu yang hanya berkadar serat 2,78% (Matz, 1992). Demikian juga dengan aktivitas antioksidannya yang jauh lebih tinggi daripada aktivitas antioksidan cider apel merah ungu, dimana IC₅₀ cider apel adalah 54000 ppm DPPH (Gustari, 2008).

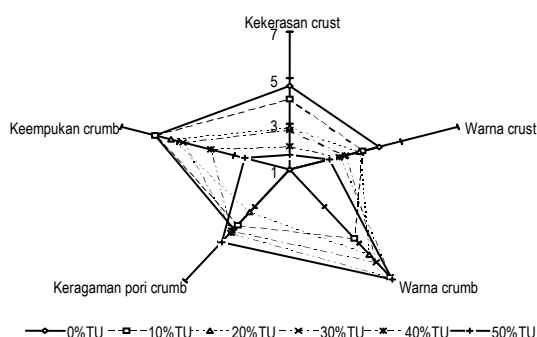
Roti tawar hasil substitusi ubi ungu

Karakteristik organoleptik dan fisik roti tawar substitusi ubi ungu

Karakteristik organoleptik hedonik (tingkat kesukaan) dan skor organoleptik (intensitas sifat organoleptik), serta karakteristik fisik (volume spesifik) roti tawar yang disubstitusi dengan berbagai persentase tepung ubi jalar ungu, disajikan pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



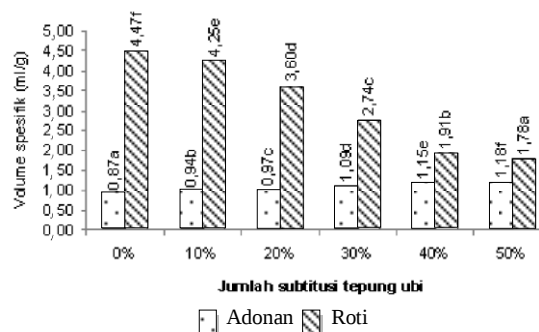
Gambar 1. Diagram laba-laba tingkat kesukaan roti tawar yang disubstitusi dengan tepung ubi jalar ungu. Keterangan : TU = tepung ubi jalar ungu; Skala 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak tidak suka, 4 = netral, 5 = agak suka, 6 = suka, 7 = sangat suka.



Gambar 2. Karakteristik skor organoleptik roti tawar yang disubstitusi dengan tepung ubi jalar ungu. Keterangan : TU = tepung ungu; Warna crust : 1= sangat coklat tua, 2 = coklat tua, 3 = agak coklat tua, 4 = netral, 5 = agak coklat muda, 6 = coklat muda, 7 = sangat coklat muda; Kekerasan crust : 1= sangat keras, 2 = keras, 3 = agak keras, 4 = netral, 5 = agak lunak, 6 = lunak, 7 = sangat tidak keras; Warna crumb : 1= sangat tidak ungu, 2 = tidak ungu, 3 = agak tidak ungu, 4 = netral, 5 = agak ungu, 6 = ungu, 7 = sangat ungu; Keseragaman pori crumb : 1 = sangat tidak seragam, 2 = tidak seragam, 3 = agak seragam, 4 = netral, 5 = agak seragam, 6 = seragam, 7 = sangat seragam; Keempukan crumb : 1 = sangat tidak empuk, 2 = tidak empuk, 3 = agak tidak empuk, 4 = netral, 5 = agak empuk, 6 = empuk, 7 = sangat empuk.

Penurunan atau peningkatan skor (intensitas) organoleptik roti tawar hasil substitusi ubi jalar ungu diduga terkait dengan penurunan jumlah gluten dan adanya komponen-komponen kimia dan gizi dari ubi jalar ungu. Dalam hal ini, Pomeranz dan Shellenberger (1971) dan Winarno (1994) menyatakan bahwa terigu mengandung protein gliadin dan glutenin yang akan membentuk gluten dan berperan penting dalam pengembangan roti. Proses pengulenan akan menghidrasi tepung, memodifikasi protein tepung (gliadin dan glutenin) sehingga membentuk gluten, dan berinteraksi dengan komponen-komponen tepung lainnya. Meskipun demikian terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi pengembangan roti yaitu adanya komponen lain seperti serat makanan dalam jumlah tertentu yang terdapat dalam adonan roti.

Pengaruh gluten dan adanya komponen lain seperti serat makanan dalam adonan terlihat dari volume spesifik dari roti tawar yang semakin menurun dengan meningkatnya substitusi tepung ubi ungu (Gambar 3). Fenomena penurunan volume spesifik roti tersebut dapat dikaitkan dengan semakin menurunnya jumlah terigu beserta gluten dan meningkatnya jumlah komponen lain dari tepung ubi jalar seperti pati dan serat makanan. Pomeranz dan Shellenberger (1971) menyatakan bahwa beberapa komponen bahan seperti serat makanan dapat menurunkan kemampuan jaringan gluten yang terbentuk dalam memerangkap udara.



Gambar 3. Ubi jalar ungu volume spesifik adonan dan roti tawar yang disubstitusi dengan tepung. Keterangan : Notasi Perbandingan beda nyata hanya pada histogram yang sama

Roti tawar substitusi ubi ungu terpilih (Penelitian Tahap I)

Berdasarkan hasil uji organoleptik (hedonik dan skoring), aktivitas antioksidan, volume spesifik adonan dan roti tawar, maka roti tawar yang disubstitusi tepung ubi jalar ungu sebanyak 20% terpilih sebagai sampel terbaik. Roti tawar yang disubstitusi tepung ubi jalar ungu 20% mempunyai nilai hedonik aroma, warna, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan yang tidak berbeda nyata dengan roti tawar yang tidak disubstitusi tepung ubi jalar ungu. Roti tawar yang disubstitusi tepung ubi jalar ungu ini mempunyai karakteristik *crust* yang agak keras dan berwarna mendekati agak coklat tua (lebih gelap), volume spesifik lebih kecil, *crumb* yang agak empuk dan warna mendekati ungu serta pori yang kurang seragam, aroma ubi yang netral (tidak lemah dan tidak kuat), serta rasa ubi yang mendekati agak terasa. Roti tawar yang disubstitusi tepung ubi jalar ungu sebanyak 20% ini mempunyai nilai aktivitas antioksidan yang lebih tinggi daripada roti tawar yang tidak disubstitusi tepung ubi jalar ungu.

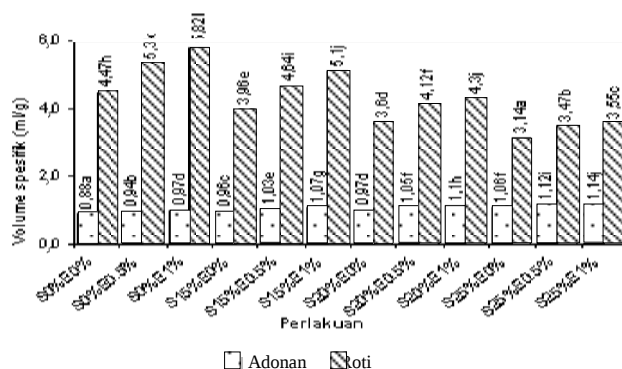
Karakteristik roti tawar hasil substitusi ubi ungu dan ditambah emulsifier

Penurunan volume spesifik dan penurunan keempukan *crumb*, serta ketidakseragaman pori-pori *crumb* dari roti tawar yang disubstitusi dengan ubi ungu dicoba diperbaiki dengan penambahan emulsifier GMS (*Glycerol monostearate*). Hal ini didasarkan pada laporan Handoko (2005) bahwa penambahan emulsifier pada roti mampu meningkatkan kualitas roti tawar seperti kekalisan adonan, pembentukan adonan, waktu pengadukan yang lebih singkat, dan kelembutan *crumb*. GMS merupakan salah satu jenis emulsifier yang banyak digunakan

dalam industri pangan, termasuk roti (Kamel dan Ponte, 1991). Penambahan 0,05-1,00% GMS akan mengurangi kekakuan adonan selama proses pencampuran, melembutkan adonan, meningkatkan kemampuan adonan dalam memerangkap udara, meningkatkan kualitas roti.

Volume spesifik roti substitusi tepung ubi ungu dan GMS

Volume spesifik roti yang disubstitusi dengan tepung ubi ungu hasil penambahan GMS dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Volume spesifik adonan dan roti tawar hasil substitusi tepung ubi ungu dan penambahan emulsifier. Keterangan: S = Tingkat substitusi tepung ubi ungu, E = Tingkat emulsifier GMS
Notasi Pembandingan beda nyata hanya pada histogram yang sama

Gambar 4 menunjukkan bahwa penambahan GMS 0,5 – 1,0% mampu meningkatkan volume spesifik adonan dan produk roti tawarnya. Volume spesifik roti substitusi tertinggi adalah roti tepung ubi ungu 15% dengan GMS 1,0% ($S_{15\%}E_{1,0\%}$), meskipun volume spesifik tersebut masih lebih rendah dari roti tanpa substitusi yang ditambah GMS 1,0%. Peran dari GMS ini

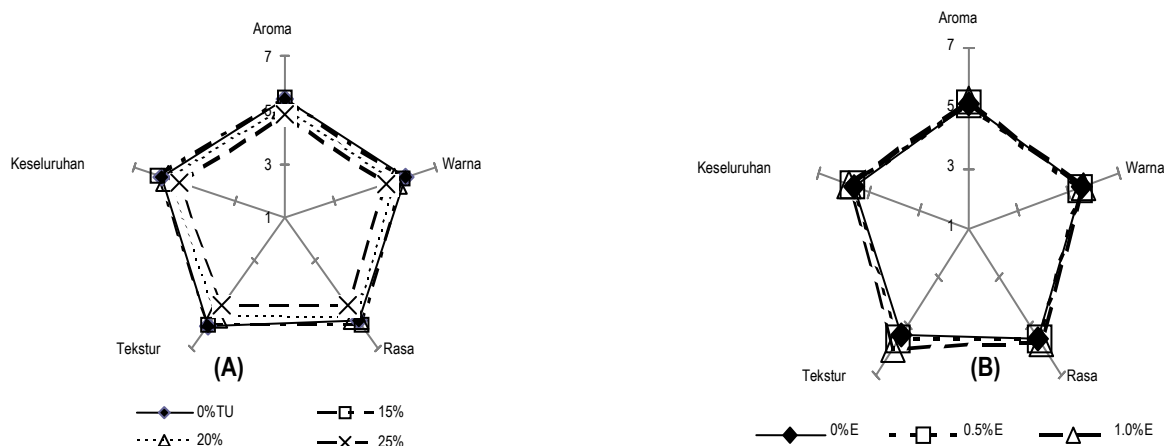
terlihat jelas bila dibandingkan dengan substitusi tepung ubi ungu yang tanpa penambahan GMS pada tingkat substitusi yang sama (Gambar 3).

Peningkatan substitusi tepung ubi jalar ungu terlihat meningkatkan volume spesifik adonan, tetapi tidak seiring dengan volume spesifik roti. Hal ini mengindikasikan peran gluten dan emulsifier dalam pengembangan roti. Deshpande (2003) menyatakan bahwa *emulsifier* akan meningkatkan kemampuan adonan dalam memerangkap gas. Peningkatan volume spesifik adonan diduga terkait dengan kadar gula tepung ubi jalar yang menyebabkan rasa manis ubi. Gula digunakan oleh *yeast* untuk menghasilkan gas karbondioksida sehingga volume adonan semakin meningkat (Sultan, 1981).

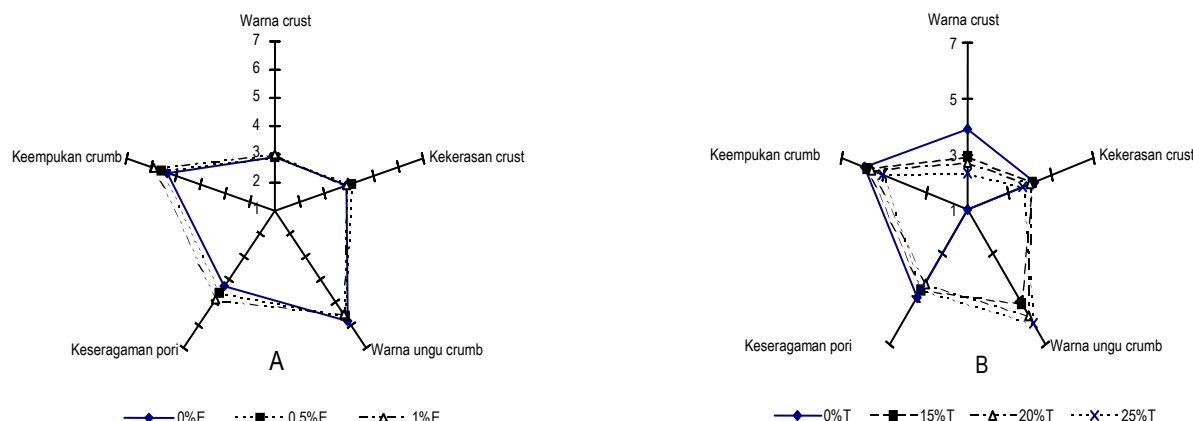
Organoleptik roti tawar hasil substitusi ubi ungu dan GMS

Dari analisis keragaman yang telah dilakukan sebelumnya diperoleh bahwa tidak ada interaksi antara faktor substitusi tepung ubi ungu dengan faktor emulsifier pada produk roti yang dihasilkan. Tingkat kesukaan (hedonik) dan skor organoleptik (intensitas atribut) roti substitusi tepung ubi ungu ditambah GMS dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Gambar 5A menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung ubi jalar ungu maka nilai hedonik aroma, warna, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan roti tawar menjadi semakin rendah. Roti tawar yang disubstitusi tepung ubi jalar ungu mempunyai aroma dan rasa ubi yang khas, serta *crumb* roti yang berwarna ungu. Tetapi, semakin tinggi konsentrasi penambahan emulsifier (Gambar 5B) maka tingkat kesukaan pada tekstur dan penerimaan keseluruhan roti tawar meningkat. Hal ini menunjukkan peran emulsifier dalam pembuatan roti, seperti yang dilaporkan oleh Handoko (2005) dan yang dinyatakan oleh Pomeranz dan Shellenberger (1971) bahwa emulsifier berfungsi sebagai pelembut tekstur *crumb* roti.



Gambar 5. Karakteristik organoleptik hedonik roti tawar berdasar faktor substitusi tepung ubi ungu (A) dan faktor GMS (B).
Keterangan : TU = Tepung ubi ungu, E = Emulsifier GMS; Skala 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak tidak suka, 4 = netral, 5 = agak suka, 6 = suka, 7 = sangat suka



Gambar 6. Karakteristik skor organoleptik roti tawar berdasar faktor substitusi tepung ubi ungu (A) dan faktor GMS (B)

Keterangan : TU = tepung ubi ungu; E = Emulsifier GMS; Warna crust : 1= sangat coklat tua, 2 = coklat tua, 3 = agak coklat tua, 4 = netral, 5 = agak coklat muda, 6 = coklat muda, 7=sangat coklat muda; Kekerasan crust : 1= sangat keras, 2 = keras, 3 = agak keras, 4 = netral, 5 = agak lunak, 6 = lunak, 7= sangat tidak keras; Warna crumb : 1= sangat tidak ungu, 2 = tidak ungu, 3 = agak tidak ungu, 4 = netral, 5 = agak ungu, 6 = ungu, 7 = sangat ungu; Keceragaman pori crumb : 1= sangat tidak seragam, 2= tidak seragam, 3= agak seragam, 4= netral, 5= agak seragam, 6= seragam, 7 = sangat seragam; Keempukan crumb : 1 = sangat tidak empuk, 2 = tidak empuk, 3= agak tidak empuk, 4= netral, 5= agak empuk, 6= empuk, 7 = sangat empuk.

Peningkatan tingkat kesukaan pada tekstur dan penerimaan keseluruhan roti substitusi ubi ungu (Gambar 5) terlihat terkait dengan skor organoleptiknya (Gambar 6), yang mana penambahan emulsifier GMS terutama mempengaruhi keceragaman pori dan keempukan *crumb*, tetapi tidak mempengaruhi warna dan kekerasan crust, warna *crumb*, rasa dan aroma ubi pada roti. Dilain pihak, peningkatan substitusi tepung ubi jalar ungu mengakibatkan warna dan kekerasan *crust* roti tawar semakin coklat tua dan keras, warna *crumb* roti tawar semakin ungu, serta aroma dan rasa ubi jalar semakin kuat dan terasa.

Semakin tinggi konsentrasi emulsifier maka pori-pori dan tekstur *crumb* menjadi semakin seragam dan empuk. Hal ini dikarenakan emulsifier dapat memperkuat jaringan gluten sehingga mampu meningkatkan kemampuan adonan dalam memerangkap udara, sehingga pori-pori roti yang dihasilkan akan lebih seragam dan empuk (Deshpande, 2003).

Berdasar nilai tingkat kesukaan dan skor oragnoleptik diatas diperoleh bahwa roti substitusi ubi ungu yang tidak beda atau paling mendekati dengan kontrol (tanpa substitusi) adalah roti yang disubstitusi tepung ubi ungu 15% dan ditambah GMS 1,0% ($S_{15\%E1,0\%}$).

Aktivitas antioksidan roti tawar substitusi yang ditambah GMS

Nilai IC_{50} adalah konsentrasi sampel yang diperlukan untuk menangkalkan 50% radikal bebas DPPH (Amin dan Lee, 2005).

Dengan demikian semakin tinggi nilai IC_{50} suatu bahan maka akan semakin rendah aktivitas antioksidannya. Aktivitas antioksidan roti tawar yang disubstitusi dengan tepung ubi ungu dan ditambah dengan GMS disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan roti tawar ubi ungu tidak dipengaruhi oleh emulsifier yang ditambahkan melainkan dipengaruhi oleh tingkat substitusi tepung ubi ungunya, dimana semakin tinggi substitusinya maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya. Dengan substitusi 20% tepung ubi ungu aktivitas antioksidannya sudah lebih tinggi daripada cider kulit apel merah yang mempunyai nilai IC_{50} sebesar 54000 ppm DPPH (Gustari, 2008), tetapi masih jauh lebih rendah dari pada vitamin C yang mempunyai nilai IC_{50} 21,09 ppm (Wikanta *et al.*, 2008).

Pada Tabel 4 juga terlihat persentase peningkatan aktivitas antioksidan apabila dibandingkan dengan roti kontrol (tanpa substitusi), dimana peningkatannya mencapai diatas 80% merupakan peningkatan yang nyata.

Karena ubi ungu didominasi oleh warna ungu maka aktivitas antioksidannya tentu terkait dengan antosianinnya. Pakorny *et al* (2001) dan Timberlake dan Bridle (1982) menyatakan bahwa antosianin pada ubi jalar ungu mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan pada ubi ungu terkait dengan adanya antosianin dan peonidin glikosida yang mempunyai aktivitas antioksidan lebih kuat daripada yang terdapat pada ubi jalar merah. Kumalaningsih (2008) melaporkan bahwa antosianin pada ubi ungu mencapai 519 mg/100g berat basah.

Tabel 4. Aktivitas antioksidan (IC_{50}) roti tawar hasil substitusi tepung ubi ungu yang ditambah dengan emulsifier GMS.

Parameter	Tingkat substitusi tepung ubi ungu				Tingkat emulsifier		
	0%	15%	20%	25%	0%	0,5%	1,0%
IC_{50} (ppm DPPH)	400592,21 ^c	55833,78 ^b	50677,89 ^{ab}	42943,00 ^a	134591,49 ^a	138337,08 ^a	139606,58 ^a
Peningkatan aktivitas antioksidan * (%)	0,00	86,06	87,35	89,28	0,00	-2,78	-3,73

Keterangan : notasi huruf menunjukkan beda nyata pada $\alpha = 0.05$

* Rumus = $(\Delta IC_{50} / IC_{50} \text{ kontrol}) \times 100\%$

Komposisi Gizi Roti Tawar Yang Disubstitusi Sebagian dengan Ubi Ungu

Komposisi gizi berdasarkan analisis proksimat dan *dietary fiber* dari roti tawar substitusi terbaik dan kontrol (S_{15%}E_{1%} dan S_{0%}E_{0%}) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan bahwa roti tawar yang tidak disubstitusi tepung ubi jalar ungu dan ditambah emulsifier telah memenuhi SNI No. 01-3840-1995 khususnya dalam ketentuan kadar airnya tidak melebihi 40%. Selain itu, roti tawar ubi ungu mempunyai kelebihan dalam hal aktivitas antioksidannya yang meningkat sampai 86,06% dan berkadar serat makanan lebih tinggi, sehingga bisa disebut sebagai makanan fungsional.

Tabel 5. Kandungan zat gizi dan *dietary fiber* roti tawar yang disubstitusi ubi ungu dan ditambah emulsifier

Zat gizi	Kandungan zat gizi pada roti	
	S _{0%} E _{0%}	S _{15%} E _{1%}
Air (%bb)	28,99	29,23
Lemak (%bb)	9,83	7,18
Protein (%bb)	5,13	4,65
Abu (%bb)	0,81	0,93
Karbohidrat by difference (%bb)	55,24	58,01
Total dietary fiber (TDF) (%bb)	3,62	4,30
- Insoluble dietary fiber (IDF) (%bb)	1,20	1,51
- Soluble dietary fiber (SDF) (%bb)	2,42	2,79

Keterangan : S = Tingkat substitusi ubi ungu; E = Tingkat emulsifier GMS

KESIMPULAN

Tepung ubi jalar ungu dapat digunakan sebagai substitusi parsial tepung terigu dalam pembuatan roti tawar sekaligus meningkatkan aktivitas antioksidan roti yang dihasilkan. Penggantian (substitusi) hanya dapat dilakukan sampai 20%, karena bila lebih akan menurunkan karakteristik mutu roti tawar seperti volume spesifik roti, keempukan roti dan kesukaan terhadap warna ungu roti tawar.

Penambahan emulsifier GMS dapat memperbaiki karakteristik roti tawar yang disubstitusi tepung ubi jalar ungu. Kombinasi yang terbaik adalah GMS 1,0% dan tepung ubi ungu 15% dapat meningkatkan keseragaman pori dan keempukan *crumb*, nilai hedonik terhadap tekstur dan penerimaan keseluruhan, serta volume spesifik roti tawar.

Roti tawar substitusi tepung ubi ungu 15% dan ditambah GMS 1,0% mempunyai nilai IC₅₀ sebesar 55833,78 ppm DPPH (meningkat 86,06% dari roti kontrol), serta mengandung 29,23% air, 7,18% lemak, 4,65% protein, 0,93% abu, 58,01% karbohidrat, dan 4,30% *dietary fiber*.

DAFTAR PUSTAKA

Amin I, Lee WY. 2005. Effect of Different Blanching Times on Antioxidant Properties in Selected Cruciferous Vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85 (13): 2314-2320.

Anggadaja TK. 2002. Potensi Penggunaan Biopolimer-DNA terhadap Perbaikan Mutu Tekstur dan Citarasa Roti Tawar Substitusi Tepung Garut. Skripsi Jurusan Teknologi Pangan UPH. Tangerang. Tidak dipublikasikan.

Antarlina SS. 1998. Utilization of Sweet Potato Flour for Making Cookies and Cakes. Dalam Hendroatmodjo, K. H., Y. Widodo, Sumaron, Guritno B (Eds), *Research Accomplishment of Root Crops for Agricultural Development in Indonesia*. Indonesia: Research Institute for Legume and Tuber Crops. Jakarta.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Maryland.

Departemen Kesehatan (Depkes). 1981. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Penerbit Bharata. Jakarta.

Deshpande. 2003. Bread. Dalam Caballero B, Trugo LC, Finglas PM (Eds), *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*, 2nd ed. New York: Academic Press.

Egan M, Allen SD. 1992. *Healthful Quantity Baking*. John Wiley and Sons. Canada.

Gustari. 2008. Studi Aktivitas Antioksidan Kulit Buah Apel (*Malus sylvestris*) dan Hasil Fermentasinya. Skripsi . UPH. Tangerang. Tidak dipublikasikan.

Handoko HT. 2005. Pengaruh jenis emulsifier terhadap karakteristik roti tawar . Skripsi Jurusan Teknologi Pangan, UPH. Tangerang. Tidak dipublikasikan.

Kamel BS, Ponte JG. 1995. Emulsifiers in Baking. Dalam Kamel, BS, Stauffer CE (Eds), *Advances in Baking Technology*. London: Chapman and Hall, England.

Kumalaningsih S. 2008. Antioksidan, Sumber & Manfaatnya.. Antioxidant Centre Online. Home page on-line. Available from http://antioxidant-centre.com/index.php/Antioksidan/3.-Antioksidan-Sumber_Sumber- Manfaatnya.html; Internet; accessed 23 Juni 2008.

Lingga P. 1995. Bertanam Ubi-Umbian. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.

Matz SA. 1992. *Bakery Technology and Engineering*, 3rd ed. Pan-Tech International. USA

Pokorny J, Yanishlieva N, Gordon M. 2001. *Antioxidant in Food : Practical and Application*. CRC Press. New York.

Pomeranz Y, Shellenberger JA. 1971. *Bread Science and Technology*. Westport, Connecticut: The AVI Publishing Company.

Purnomo AE. 1994. Pengaruh Penambahan GMS (Gliseril monostearat) pada Pembuatan Roti Tawar dengan Substitusi Tepung selain Terigu. Skripsi. IPB. Bogor. Tidak dipublikasikan.

Shahidi F, Nacz M. 1995. *Food Phenolics : Sources, Chemistry, Effects, Applications*. Technomic Publishing, Lancaster.

Soekarto ST. 1981. *Penilaian Organoleptik*. IPB Press. Bogor.

Standar Nasional Indonesia (SNI). 1995. SNI Roti No. 01-3840-1995. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

- Sulaeman A, Marliyati SA, Anwar F. 1992. Pengolahan Pangan Tingkat Rumah Tangga. Bogor. IPB Press. Bogor.
- Sultan WJ. 1981. Practical Baking, Revised 3rd ed. The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut.
- Sunarlinah N. 1983. Mempelajari Penggunaan Tepung Ubi Jalar sebagai Bahan Pengganti Tepung Terigu dalam Pembuatan Cookies dan BMC. Skripsi. IPB. Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Suprati ML. 2003. Tepung Ubi Jalar : Pembuatan dan Pemanfaatannya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Timberlake CF, Bridle P. 1982. The Chemistry of Anthocyanins. Dalam : Markakis, P (Ed), Anthocyanins as Food Colors. Harcourt Brace Jovanovich, New York.
- Winarno FG. 1994. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wikanta T, Januar HI, Nursid M. 2008. Uji aktivitas antioksidan, toksisitas, dan sitotoksitas ekstrak Alga Merah *Rhodomenia palmata*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Vol 11 (4) : 41-49.
- Yang J, Gadi RL. 2008. Effects of dehydration on anthocyanins, antioxidant activities, total phenols and color characteristics of purple-fleshed sweet potatoes (*Ipomea batatas*), American Journal of Food Technology (2008) (e-journal) <http://www.academicjournals.net/fulltext.html>. (12 maret 2008).
- Zuraida N, Supriati Y. 2008. Usahatani Ubi Jalar sebagai Bahan Pangan Alternatif dan Diversifikasi Sumber Karbohidrat. *Biogen* Online. http://biogen.litbang.deptan.go.id/terbitan/pdf/agrobio_4_1_13-23.pdf. (11 Februari 2008).