

PENGGUNAAN *MIXTURE RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* PADA OPTIMASI FORMULA BROWNIES BERBASIS TEPUNG TALAS BANTEN (*XANTHOSOMA UNDIPIES* K. KOCH) SEBAGAI ALTERNATIF PANGAN SUMBER SERAT

Winda Haliza, Sari Intan Kailaku dan Sri Yuliani

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No.12 Cimanggu, Bogor
Email : h_winda@yahoo.com

Optimasi formula *brownies* berbasis tepung talas Banten (*Xanthosoma undipes* K. Koch) telah dilakukan dengan menggunakan desain *mixture simplex lattice* dari *Response Surface Methodology* (RSM). Pengaruh komposisi formula dari tepung talas Banten kisaran 70-100% dan maizena kisaran 0-30% terhadap karakteristik tekstur dan organoleptik *Brownies* dipelajari. Signifikansi seluruh model regresi yang menjelaskan pengaruh prosentase tepung talas dan maizena ditentukan dalam bentuk analisis ragam, nilai p dan R². Hasil analisis ragam diperoleh seluruh respon memiliki nilai p yang signifikan dan R² diatas 0.8 (>80%). Berdasarkan hasil optimasi dari RSM diperoleh formula kombinasi tepung talas Banten dan maizena sebesar 86% - 14% dengan nilai desirability sebesar 0,812 adalah formula optimum dan mengandung 4,66% protein, 33,84% lemak, 15,20% air, 1,66% abu, 44,64% karbohidrat, dan 11,26% serat pangan. Secara keseluruhan panelis memberikan penerimaan yang baik dengan nilai 6,7 dari 9,0. Kandungan serat pangan *Brownies* tergolong tinggi (16.05% dari Angka Label Gizi pada setiap takaran saji), sehingga dapat digolongkan sebagai pangan sumber serat.

Kata kunci: mixture design, tepung talas Banten, tepung maizena, serat pangan

Abstract. Winda Haliza, Sari Intan Kailaku and Sri Yuliani. 2012. **Optimization of Brownies Formula Based on Banten Taro Flour (*Xanthosoma undipes* K. Koch) as a Source of Dietary Fiber Using Response Surface Methodology.** The optimum formulation for production of brownies made from Banten taro (*Xanthosoma undipes* K. Koch) was determined using response surface methodology (RSM). Effects of amount taro flour (70-100%) and its combination with corn starch (0-30%) on the textural characteristics and sensory qualities of cakes were investigated. Significant regression models explaining the effects of different percentages of Banten taro and corn starch on all response variables were observed with the coefficients of determination (R²) > 0.8. Response surface showed that the optimum formula was obtained from 86% Banten taro flour and 14% commercial corn starch with good acceptance for overall sensory properties. The optimum formula contained high dietary fiber (16.04% of nutrition facts label for each serving size) indicated a source of dietary fiber food.

Key words: mixture design, Banten taro flour, corn starch, dietary fiber

PENDAHULUAN

Penelitian epidemiologis telah membuktikan peranan fisiologis serat pangan terhadap sistem pencernaan manusia. Konsumsi serat pangan membantu mengurangi obesitas¹, kanker^{2,3}, penyakit *cardiovascular*⁴, dan penyakit pada gastrointestinal⁵.

Departemen Kesehatan dan Kesejahteraan Jepang mengidentifikasi serat pangan sebagai salah satu zat yang dianggap dapat meningkatkan kesehatan. Namun, dari penelitian menunjukkan konsumsi serat masyarakat Indonesia masih tergolong rendah dari Angka Kecukupan Gizi untuk pelabelan di Indonesia, yakni 25 gram per 2000 kkal^{6,7}. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan konsumsi serat, salah satunya dengan memperkaya kandungan serat pangan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat.

Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki potensi di sektor pertanian yang cukup besar. Berbagai komoditas pertanian memiliki kelayakan yang cukup baik untuk dikembangkan di Indonesia, salah satunya umbi-umbian. Umbi-umbian merupakan bahan pangan yang memiliki rasa yang unik dan kandungan gizi yang baik, sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber pangan alternatif. Talas merupakan jenis umbi-umbian yang memiliki potensi besar sebagai bahan pangan sumber serat.

Talas merupakan bahan pangan yang cukup populer di Indonesia. Pengolahan umbi talas sebagai bahan pangan di Indonesia masih tergolong sederhana. Umumnya talas hanya dimanfaatkan sebatas umbi segarnya saja yang diolah dengan cara direbus, disayur, digoreng, dan dibuat keripik. Talas memiliki kandungan pati yang tinggi sehingga berpotensi dijadikan sebagai bahan baku tepung-tepungan⁸.

Talas terbagi ke dalam berbagai varietas dan kultivar, Nurapriani⁹ menjelaskan bahwa talas Banten (*Xanthosoma undipes* K. Koch) merupakan jenis talas yang tepungnya memiliki kandungan serat pangan yang lebih tinggi dibandingkan jenis talas lainnya seperti talas mentega. Selain itu, talas yang dikenal juga sebagai beneng (besar dan koneng/kuning) ini memiliki bagian yang dapat dimakan dalam jumlah besar yang berupa batang umbi. Panjangnya dapat mencapai 120 cm dengan berat 42 kg dan ukuran lingkaran luar 50 cm. Talas jenis ini banyak tumbuh di daerah Banten dan sedang digalakkan budidayanya oleh pemerintah setempat dalam rangka mendukung ketahanan pangan dengan mengangkat potensi tanaman lokal¹⁰.

Tepung talas berpotensi untuk dikembangkan menjadi berbagai produk makanan, salah satunya *brownies* panggang. *Brownies* panggang merupakan makanan yang populer dan banyak digemari masyarakat pada berbagai golongan usia, termasuk anak usia sekolah. *Brownies* merupakan produk roti (*bakery*) yang termasuk ke dalam kategori cake. Produk *bakery* meliputi roti, *cookies*, dan *cake* merupakan produk yang banyak dikonsumsi¹¹. *Brownies* banyak disajikan dalam acara-acara pertemuan karena proses pengolahannya yang praktis. Selain itu, *brownies* merupakan produk *bakery* yang bertekstur padat (*fudgy*), tidak memerlukan tepung bergluten tinggi, sehingga berpeluang untuk dimodifikasi. Umumnya *brownies* terbuat dari tepung terigu, namun dengan berkembangnya teknologi tepung-tepungan, pemanfaatan tepung non terigu sebagai bahan baku *brownies* mulai populer.

Muntikah¹² menjelaskan bahwa substitusi tepung terigu dengan tepung nonterigu pada makanan semi basah akan menghasilkan tekstur yang keras dan bantat. Pati jagung dengan nama dagang Maizena merupakan salah satu bahan yang dapat meningkatkan elastisitas dan melembutkan *cake*. Maizena terbuat dari pati jagung, tergolong *gluten-free*. Prosentase penggunaan maizena pada pembuatan *cake* sekitar 30% dari terigu untuk *cake* dengan penambahan telur dan 15-20% dari terigu untuk *cake* tanpa penambahan telur¹³. Penelitian ini mempergunakan maizena sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *brownies* tepung talas dengan tujuan mendapatkan *brownies* yang bertekstur lembut dan padat.

Karakteristik *brownies* sangat ditentukan oleh proporsi bahan yang digunakan di dalam formulanya. Pada penelitian ini, proporsi tepung talas dan maizena yang optimum sebagai formula *brownies* ditetapkan dengan *mixture simplex lattice design* dari *Response Surface Methodology* (metode respon permukaan). Metode ini merupakan teknik statistika yang secara sistematis menetapkan pengaruh multi variabel pada suatu

adonan (formula) terhadap atribut mutu, dimana jumlah obyek pengamatan (perlakuan) dapat diminimalkan¹⁴. Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari karakteristik tekstur, organoleptik dan kimia *brownies* dari bahan baku campuran tepung talas Banten dan maizena sebagai bahan pangan sumber serat serta penentuan takaran saji *brownies* untuk golongan umum.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2010. Tempat penelitian dilaksanakan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen, Laboratorium Analisis Zat Gizi dan Laboratorium Organoleptik Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor.

Bahan utama dalam penelitian ini adalah talas Banten diperoleh dari Juhut, Pandeglang, Banten dan tepung maizena komersial (Maizenaku). Bahan kimia yang digunakan adalah NaCl 10% untuk proses perendaman umbi dan bahan kimia lainnya untuk analisis lemak, protein, serat pangan, pati, amilosa dan amilopektin. Bahan pembuatan *brownies* antara lain telur ayam, margarin (Blue Band), gula pasir (Gulaku), *dark cooking chocolate* (Chocolata), dan coklat bubuk (Van Houten).

Peralatan yang digunakan adalah timbangan digital, *mixer*, oven, loyang, *cabinet drier*, bak perendaman, pengaduk, panci, dan peralatan dapur lainnya. Peralatan analisis antara lain oven, desikator, tanur, labu lemak, labu kjedahl, erlenmeyer, pH meter, dan *texture analyzer* Brookfield Texture CT3 LFRA.

Metode Penelitian

Persiapan bahan

Talas Banten yang digunakan dalam pembuatan tepung adalah talas yang berumur 10 bulan. Penepungan talas Banten dibuat dengan proses pengupasan, pencucian, penyawutan, perendaman dengan NaCl 10% selama 1 jam, pencucian dengan air, perendaman dengan air selama 3 jam, pengeringan 50-60°C dengan *cabinet drier* selama 6-12 jam, penggilingan dan pengayakan 100 mesh.

Desain percobaan

Mixture simplex lattice design dari *Response Surface Methodology* (RSM) merupakan desain yang digunakan untuk optimasi formula tepung dalam pembuatan *brownies* talas. Optimasi formula tepung ini menggunakan

bantuan perangkat lunak *Design Expert DX 8.0.7.1 (trial version)* dari *Stat Ease*. Formula *Brownies* merupakan campuran tepung talas Banten (X1) dan tepung maizena (X2) dengan kisaran masing-masing 70-100% dan 0-30 berdasarkan berat total tepung. Desain ini memiliki pangkat perlakuan 2 ($m = 2$), artinya formulasi akan berada pada titik 0, $\frac{1}{2}$ dan 1, dimana titik 0 = 70% tepung talas atau 0% tepung maizena, titik 1 adalah 100% tepung talas atau 30% tepung maizena sedangkan titik $\frac{1}{2}$ = nilai tengah dari masing-masing kisaran dan menghasilkan delapan (8) titik formula yang secara acak ditentukan RSM berdasarkan pangkat perlakuan (Tabel 1). Penambahan ulangan pada titik 0, $\frac{1}{2}$, dan 1 bertujuan untuk menguji *lack of fit* (error) model masing-masing perlakuan. Seluruh percobaan dilakukan dengan acak untuk meminimalkan bias.

Pengaruh dan interaksi perlakuan terhadap respon atau parameter pengamatan dianalisis lebih lanjut dengan mengumpulkan seluruh *predicted equation*, *residual sum of squares* (R^2) dari setiap parameter pengamatan. Analisis regresi berganda yang digunakan untuk optimasi model yaitu linier, *quadratic* dan *quartic*. Analisis data menggunakan PROC ANOVA dan persamaan regresi ditentukan dengan PROC GLM *procedure* (tanpa *intercept*).

Tabel 1. Formula tepung talas dan maizena
Table 1. Formulae of taro flour and corn starch

Formula / Formulation	Tepung Talas Banten/ Taro Flour (%)	Tepung Maizena/ Corn Starch (%)
F1	70	30
F2	70	30
F3	77,5	22,5
F4	85	15
F5	85	15
F6	92,5	7,5
F7	100	0
F8	100	0

Pembuatan *Brownies* talas

Brownies yang dibuat dalam penelitian ini adalah *brownies* panggang. Proses pembuatan *brownies* panggang dimodifikasi dari metode yang dilakukan oleh Sutomo¹⁵, dimana tepung terigu diganti dengan tepung talas dan maizena. Tiga butir telur ayam (240 g) dikocok dengan menggunakan mixer sampai kembang (5 menit) kemudian ditambahkan tepung sebanyak 120 g dengan komposisi masing-masing sesuai formula pada Tabel 1, diayak bersama dengan 100 g tepung gula dan 30 g coklat bubuk. Tambahkan ke dalam adonan mentega 150

g yang telah dilelehkan bersama *dark cooking chocolate* 150 g. Adonan *brownies* dimasukkan ke dalam loyang berukuran 11 x 15 x 8 cm ($l \times p \times t$ cm) lalu dipanggang dalam oven bersuhu 170°C selama 45 menit atau sampai matang. Kontrol perlakuan menggunakan *brownies* tepung terigu dibuat dengan proses yang sama.

Analisis profil tekstur, organoleptik dan kimia

Analisis profil tekstur (TPA) menggunakan *Brookfield Texture Analyzer CT3 LFRA*. TPA menggunakan probe tipe TA 25/1000 dengan *load cell* 4500 g mengkompresi pada 1 cm³ sampel uji dengan *pre-test speed*: 2.0 mm/s; *test speed*: 1.0 mm/s; *post-test speed*: 2.0 mm/s dan instrumen telah disesuaikan untuk mencapai 25% kompresi dengan waktu tenggang 5 detik. Kurva TPA dianalisis untuk *hardness*, *cohesiveness*, *springiness*, *adhesiveness*, *gumminess* dan *chewiness*¹⁶. Seluruh atribut pada analisis profil tekstur digunakan untuk menentukan formula optimum.

Analisis profil organoleptik

Uji organoleptik dilakukan pada seluruh formula dengan menggunakan 30 orang panelis (semi terlatih). Sampel yang digunakan adalah *brownies* panggang yang telah didinginkan selama 30 menit. Selanjutnya dipotong-potong pada ukuran 5 x 3 x 7 cm ($p \times t \times l$ cm) untuk kemudian disajikan kepada panelis dengan pengkodean secara acak menggunakan 3 digit angka. Uji organoleptik menggunakan skala hedonik dari 1 sampai 9 (skor 1= amat sangat tidak suka sampai skor 9= amat sangat suka) untuk atribut warna, rasa, aroma, tekstur, keseluruhan¹⁷. Seluruh atribut pada analisis organoleptik digunakan untuk menentukan formula optimum.

Analisis profil kimia

Analisis kimia dilakukan pada tepung talas dan *brownies*, meliputi kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat, pati, amilosa, amilopektin menggunakan metode AOAC¹⁸ dan total serat pangan, serat pangan larut dan tidak larut¹⁹. Hanya total serat pangan digunakan lebih lanjut untuk menentukan formula optimum. Selanjutnya dilakukan penentuan takaran saji *brownies* untuk golongan umum.

Optimasi dan verifikasi

Optimasi dilakukan berdasarkan respon-respon yang berbeda nyata (signifikan) dengan menentukan nilai tujuan dari masing-masing respon. Nilai tujuan untuk masing-masing respon ditampilkan pada Tabel 2. Perlakuan optimum ditentukan dari nilai *desirability* mendekati satu (1) dan dengan menggunakan *prediction equations* yang diperoleh dari RSM dapat dihitung nilai

prediksi untuk setiap respon. Verifikasi dilakukan dengan menyiapkan *brownies* sesuai cara pembuatannya dan menggunakan formula optimum. *Brownies* dianalisis profil tekstur, organoleptik dan total serat pangannya seperti uraian sebelumnya dan dibandingkan dengan nilai prediksi yang telah diperoleh.

Tabel 2. Nilai tujuan setiap parameter dalam optimasi
Table 2. Aimed value of parameters in optimization

Parameter / Parameters	Nilai Tujuan/ Aimed Value
Kekerasan/ <i>Hardness</i>	Kontrol/Control
Kekenyalan/ <i>Springiness</i>	Kontrol/Control
Kelengketan/ <i>Adhesiveness</i>	Kontrol/Control
Kepaduan/ <i>Cohesiveness</i>	Kontrol/Control
<i>Gumminess</i>	Kontrol/Control
<i>Chewiness</i>	Kontrol/Control
Total serat pangan/ <i>Total dietary fiber</i>	Maksimal/Maximum
Kesukaan terhadap warna / <i>Hedonic test on colour</i>	Maksimal/Maximum
Kesukaan terhadap rasa / <i>Hedonic test on taste</i>	Maksimal/Maximum
Kesukaan terhadap aroma / <i>Hedonic test on odour</i>	Maksimal/Maximum
Kesukaan terhadap tekstur / <i>Hedonic test on texture</i>	Maksimal/Maximum
Kesukaan keseluruhan / <i>Hedonic test on overall parameters</i>	Maksimal/Maximum

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil tekstur *Brownies* talas Banten

Hasil analisis profil tekstur *Brownies* berdasarkan *mixture simplex lattice design* dari *Response Surface Methodology* (RSM) dan interaksi formulasi tepung talas dan maizena ditampilkan pada Tabel 3 dan 4. Pada Tabel 3 terlihat semakin meningkat prosentase tepung talas yang digunakan dalam pembuatan *brownies* maka nilai *hardness*, *cohesiveness*, *gumminess*, *chewiness* makin tinggi, sedangkan nilai *springiness* dan *adhesiveness* makin rendah.

Hardness umumnya digunakan untuk mendeskripsikan ketidakhalusan remah kue²⁰. Nilai *hardness* merupakan jumlah gaya yang dibutuhkan untuk menekan *brownies* mencapai 50% dari tinggi semula. Pada Tabel 3 terlihat semakin banyak tepung talas yang ditambahkan, *Brownies* yang dihasilkan cenderung semakin keras. Nilai *hardness brownies* dari seluruh formula ternyata lebih tinggi dibandingkan

dengan *brownies* kontrol. Komposisi bahan dalam pembuatan *brownies* dapat mempengaruhi produk. Salah satu komponen bahan yang diduga mempengaruhi *hardness* adalah kandungan serat pangan yang cukup tinggi pada tepung talas Banten (Tabel 3). Hal ini pernah diungkapkan oleh Lu *et al.*²¹ dan Lee & Lin²², masing-masing pada produk *sponge cake* dan *chiffon cake*, dimana serat (*dietary fiber*) yang terdapat di dalam tepung ataupun yang ditambahkan ke dalam tepung lebih kurang 10-30% dari total berat tepung dalam pembuatan *cake* dapat mempengaruhi *hardness cake*. Semakin tinggi serat yang terkandung didalam *cake* maka semakin tinggi nilai *hardness cake* tersebut.

Kamel & Rasper²³ menunjukkan *firmness* dari *cake* berhubungan langsung dengan kepadatan (densitas) sampel (tidak langsung ke volume *cake*) dan berat sampel. Namun, peningkatan *hardness* berkaitan dengan volume *cake*, artinya *cake* dengan *hardness* yang tinggi memiliki volume (cm³) yang rendah. Korelasi yang sama diamati dalam studi layer *cake*²⁴ dan hal ini berhubungan dengan kuantitas udara yang dapat ditahan oleh adonan. Hal ini juga diamati pada *brownies* talas Banten, dimana volume *cake* pada *hardness* tinggi bernilai rendah (Tabel 3).

Springiness merupakan tinggi yang dapat dicapai oleh suatu makanan di antara gigitan pertama dan kedua. Nilai *springiness* menggambarkan kemampuan produk untuk dapat kembali ke posisi awal setelah kompresi pertama hingga saat kompresi kedua akan dimulai. *Springiness brownies* formulasi lebih rendah dibandingkan dengan *brownies* kontrol (Tabel 3). Penggunaan tepung non terigu memang akan mempengaruhi tekstur produk. Walaupun tanpa gluten, saat pembentukan adonan *brownies* tetap terbentuk matriks kompleks protein-pati-lipid. Tidak ada perbedaan diantara protein dan pati, keduanya berperan dalam prinsip pembentukan struktur material adonan, selama udara terperangkap dalam matriks pati-protein-lipid²⁵.

Kualitas tekstur *brownies* talas berkaitan erat dengan bahan pembuatannya. Seperti telah digambarkan sebelumnya bahwa tepung talas Banten memiliki komposisi serat dan komponen lain berbeda dari terigu. Kandungan bahan tersebut secara signifikan mempengaruhi *specific gravity* dari *brownies* disebabkan adanya variasi penyerapan air pada bahan selama proses pengadukan dan pemanggangan. Sehingga mempengaruhi nilai *springiness brownies* talas, dimana semakin tinggi penggunaan tepung talas Banten maka mengurangi nilai *springiness brownies* talas. Hal ini pernah diungkapkan Singh *et al.*²⁶ dari hasil penelitiannya, dimana *springiness* berkurang secara signifikan dengan penambahan *corn bran* sebagai serat pangan sebesar 10% atau lebih pada pembuatan *butter cake*.

Adhesiveness merupakan daya yang dibutuhkan untuk menarik makanan dari permukaannya. Nilai *adhesiveness* merupakan area yang berada diantara area kompresi pertama dan kedua. Pada pengukuran tekstur, *adhesiveness* diperoleh dari area kurva dibawah garis dan biasanya bernilai negatif, semakin besar nilai negatifnya artinya semakin besar nilai *adhesiveness* produk yang terukur. Nilai *adhesiveness brownies* dari prosentase formula 70-100% tepung talas cenderung menurun tapi tidak sampai bernilai negatif. Hal ini berarti *brownies* talas yang disubstitusi dengan maizena ataupun *brownies* talas 100% memiliki kemampuan untuk tidak menghasilkan *brownies* yang lengket (*sticky*). Nilai *adhesiveness brownies* dengan 100% tepung talas Banten sama dengan *brownies* kontrol, sedangkan formula lainnya memiliki nilai *adhesiveness* yang lebih rendah (Tabel 3).

Menurut Yu *et al*²⁷, sifat tekstur seperti *hardness* dan *adhesiveness* berkorelasi dengan kandungan amilosa dan retrogradasi pati. Sampel dengan kandungan amilosa tinggi diketahui memiliki nilai *hardness* yang tinggi dan *adhesiveness* yang rendah. Hasil penelitian tekstur *brownies* talas ternyata menghasilkan hal yang sama seperti penelitian sebelumnya, semakin banyak tepung talas Banten yang digunakan, *adhesiveness brownies* semakin rendah. Tepung talas Banten mengandung amilosa yang cukup tinggi (>20%) bila dibandingkan dengan kultivar talas lainnya. Kombinasi dengan maizena mempengaruhi tekstur *brownies* yang dihasilkan dan signifikansi model regresi terjadi antara formula *brownies* yang dihasilkan dari analisis ragam (Tabel 4).

Cohesiveness merupakan indikasi dari kekuatan ikatan internal yang membentuk makanan. *Cohesiveness* diukur dari rasio antara dua area kompresi sehingga tidak memiliki satuan. Nilai *cohesiveness brownies* masing-masing formula lebih rendah dibandingkan dengan *Brownies* kontrol (Tabel 4). Hal ini dapat disebabkan

gluten gandum yang terdapat didalam terigu berperan dalam membentuk adonan dengan massa yang *elastic-cohesive*. Pada *brownies* tepung talas, pati tergelatinisasi terlebih dahulu agar dapat berfungsi sebagai pengikat, namun sifat *cohesive* formula talas dan maizena tentu berbeda dengan *brownies* kontrol (terigu). Semakin banyak tepung talas Banten yang digunakan, semakin tinggi *cohesiveness brownies*.

Nilai *gumminess brownies* talas lebih tinggi dibandingkan dengan *brownies* kontrol dan semakin banyak jumlah tepung talas Banten yang digunakan, semakin tinggi nilai *gumminess brownies* tersebut. Hal yang sama terjadi dengan *chewiness brownies* talas. *Chewiness* mengindikasikan energi yang dibutuhkan untuk mengunyah suatu makanan padat menjadi suatu bentuk yang siap untuk ditelan. Menurut Ross²⁸, istilah *chewiness* pada sampel merupakan perkalian antara *hardness*, *cohesiveness* dan *springiness* sehingga perubahan nilai *chewiness* pada sampel sangat dipengaruhi oleh parameter-parameter tersebut.

Nilai *chewiness brownies* formula lebih tinggi dibandingkan dengan *brownies* kontrol (Tabel 4). Model *chewiness brownies* tepung talas Banten adalah linear dengan nilai R² sebesar 0,9719 (Gambar 6). Model *chewiness brownies* tepung talas Banten menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah tepung talas Banten yang digunakan, semakin tinggi nilai *chewiness brownies* tersebut. Hasil uji ragam menunjukkan adanya perbedaan nilai *chewiness* yang nyata (p<0,05) antar formula.

Pada Tabel 4, terlihat interaksi kedua bahan terhadap tekstur *brownies*. Peranan maizena untuk memperkecil nilai *hardness brownies* sangat dibutuhkan, terlihat dari interaksi yang signifikan (p<0.05) antara tepung talas dan maizena yang mempengaruhi nilai *hardness brownies* pada hasil analisis ragam dengan nilai R² sebesar 0.9056 (>80%). Penggunaan maizena mampu

Tabel 3. Profil tekstur, volume, serat pangan Brownies berdasarkan *mixture simplex lattice*

Table 3. Profile of texture, texture, dietary fiber of brownies based on mixture simplex lattice

Formula / Formulation	Hardness (gF)	Springiness (mm)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Gumminess gF	Chewiness (mJ)	Volume (cm ³)	Serat pangan/ Dietary fiber (%)
Kontrol / control	756	7,87	0,00	0,60	518,6	35,13	409.05	8.44
F1	1666	6,98	0,14	0,46	753,1	50,69	386.25	9,64
F2	1705,5	6,65	0,12	0,44	740,5	49,11	389.56	10,71
F3	1728	6,53	0,10	0,45	977,3	62,59	386.25	10,92
F4	2075	6,49	0,07	0,48	1004,5	63,93	370.85	11,23
F5	2116,5	6,36	0,08	0,49	1054,6	65,78	365.89	11,3
F6	2196,5	5,29	0,04	0,49	1086,1	77,65	278.19	11,73
F7	3829	4,79	0,00	0,51	1943,6	91,30	200.85	12,29
F8	3147,5	5,04	0,00	0,50	1572,7	97,73	208.96	11,84

memberikan efek positif terhadap nilai *springiness* brownies talas. Hasil uji ragam menunjukkan adanya interaksi yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap nilai *springiness*. Maizena mampu memberi efek melembutkan pada brownies talas dengan meningkatkan nilai *springiness* apabila penggunaannya dinaikkan. Salah satu sifat pati jagung yang menguntungkan terapkan dalam pembuatan brownies talas yaitu mengontrol tekstur dan reologi serta mempertahankan kelembaban. Interaksi kedua bahan memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap *adhesiveness*, semakin besar substitusi maizena maka semakin rendah nilai *adhesiveness*.

Serat pangan

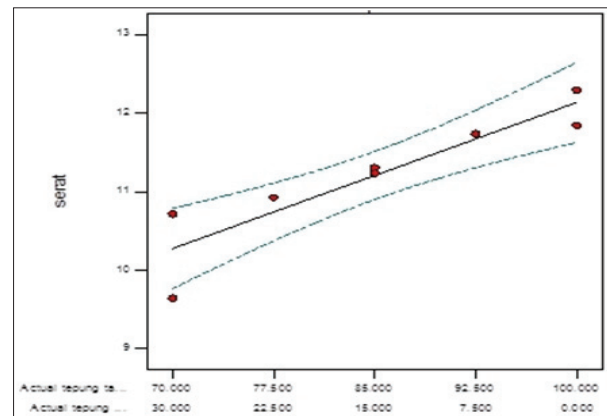
Serat pangan merupakan komponen dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan manusia, namun masih dapat dihidrolisis dengan asam atau basa. Kisaran kandungan total serat brownies hasil formulasi adalah antara 9,64-12,29% dan seluruhnya memiliki kandungan serat pangan yang lebih tinggi dibandingkan brownies kontrol. Brownies yang memiliki kandungan serat tertinggi adalah brownies dari 100% tepung talas. Model total serat pangan brownies tepung talas Banten adalah linear dengan nilai R^2 sebesar 0,8366 (Gambar 1). Hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan kadar serat yang nyata pada setiap formula ($p < 0,05$).

Serat pangan merupakan bagian makanan yang berasal dari tanaman. Bagian ini umumnya termasuk kelompok karbohidrat yang tidak dapat tercerna dan diserap oleh sistem pencernaan manusia normal. Komposisi kimia serat pangan bervariasi tergantung dari komposisi dinding sel tanaman penghasilnya. Pada dasarnya komponen komponen penyusun dinding sel tanaman terdiri dari selulosa, hemiselulosa, pektin, lignin, gum, mucilage yang kesemuanya ini termasuk ke dalam serat makanan.

Serat makanan terbagi ke dalam dua kelompok yaitu serat makanan tak larut (*insoluble dietary fiber*) dan serta makanan larut (*soluble dietary fiber*). Serat tidak larut contohnya selulosa, hemiselulosa dan lignin yang ditemukan pada sereal, kacang-kacangan dan sayuran. Serat makanan larut contohnya gum, pektin dan *mucilage*. Kandungan serat pangan pada talas Banten tergolong tinggi (19,17%) bila dibandingkan dengan kultivar talas lainnya seperti mentega, semir, bogor dan lainnya²⁹ maupun dengan jenis komoditas sumber kalori lainnya seperti singkong, ubi jalar, ganyong, garut, sagu⁸.

Organoleptik Brownies talas Banten

Kesan pertama yang didapat dari suatu produk adalah warna. Warna merupakan karakteristik yang menentukan



Gambar 1. Model plot interaksi serat pangan Brownies talas

Figure 1. Plot model of interaction of taro brownies dietary fiber

penerimaan atau penolakan terhadap suatu produk oleh konsumen. Rataan nilai kesukaan terhadap warna produk adalah 6,1-6,6. Secara deskriptif nilai tersebut berada pada kisaran agak suka. Warna produk yang paling disukai adalah produk F4, yaitu produk dengan komposisi tepung talas-maizena sebesar 85%-15%. Model kesukaan terhadap warna brownies tepung talas Banten adalah quartic dengan nilai R^2 sebesar 0,9673 (Gambar 2). Uji ragam menunjukkan adanya perbedaan warna yang nyata ($p < 0,05$) di antara formula.

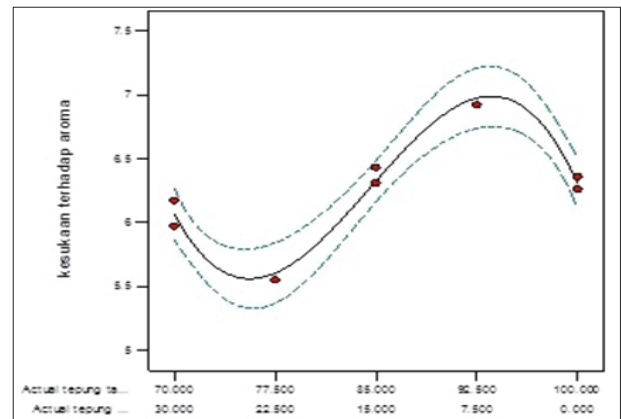
Rasa dapat dideteksi oleh indera pengecap. Agar suatu senyawa dapat dikenali rasanya, senyawa tersebut harus dapat larut dalam air liur sehingga dapat mengadakan hubungan *mikrovillus* dan *impuls* yang terbentuk dikirim melalui saraf ke pusat syaraf. Rasa merupakan faktor yang paling penting dalam keputusan terakhir konsumen untuk menerima atau menolak suatu makanan. Rataan nilai kesukaan terhadap rasa produk berkisar antara 6,1-6,8. Secara deskriptif nilai ini berarti agak suka. Produk yang paling disukai adalah produk F5, yakni produk dengan komposisi tepung talas-maizena sebesar 85%-15%. Model kesukaan terhadap rasa brownies tepung talas Banten adalah *quartic* dengan nilai R^2 sebesar 0,9646 (Gambar 3). Uji ragam menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) pada nilai kesukaan panelis terhadap produk.

Suatu senyawa dapat diketahui aromanya jika senyawa tersebut volatil³⁰. Rataan nilai kesukaan terhadap aroma produk berada di antara 5,5-6,9, yakni pada kisaran kesukaan yang secara deskriptif berarti biasa sampai agak suka. Aroma yang paling disukai adalah aroma produk F6, yaitu produk dengan komposisi tepung talas-maizena sebesar 92,5%-7,5%. Model kesukaan terhadap aroma brownies tepung talas Banten adalah *quadratic* dengan nilai R^2 sebesar 0,9605 (Gambar 4).

Uji ragam menunjukkan adanya perbedaan aroma yang nyata ($p < 0,05$) antar formula.

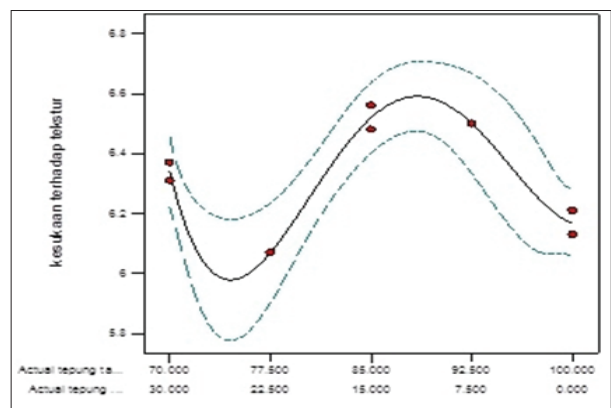
Rataan nilai kesukaan terhadap tekstur produk adalah 6,1-6,5, secara deskriptif nilai tersebut berada pada kisaran agak suka. Tekstur produk yang paling disukai adalah tekstur produk F5, yakni produk dengan komposisi tepung talas-maizena 85%-15%. Model kesukaan terhadap tekstur *Brownies* tepung talas Banten adalah quartic dengan nilai R_2 sebesar 0,9641 (Gambar 5). Uji ragam menunjukkan adanya perbedaan kesukaan terhadap tekstur yang nyata ($p < 0,05$) antar formula.

Rataan nilai kesukaan keseluruhan *Brownies* formulasi adalah 6,0-6,8 Secara deskriptif nilai tersebut berarti agak suka. Produk yang paling disukai secara keseluruhan adalah produk F5 dan F6, yakni produk dengan komposisi tepung talas-maizena 85%-15% dan 92,5%-7,5%. Model kesukaan terhadap keseluruhan *Brownies* tepung talas Banten adalah *quadratic* dengan nilai R_2 sebesar 0,9382 (Gambar 6). Uji ragam menunjukkan adanya perbedaan tampilan keseluruhan yang nyata ($p < 0,05$) antar formula.



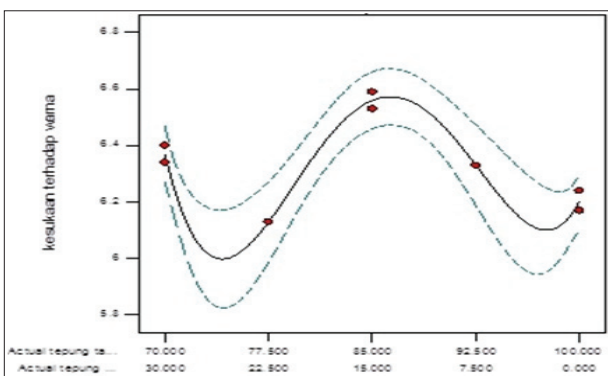
Gambar 4. Model plot interaksi kesukaan aroma Brownies talas

Figure 4. Plot model of interaction of taro brownies hedonic test on odour



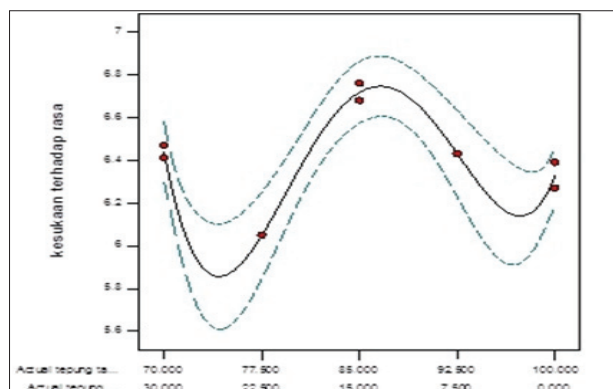
Gambar 5. Model plot interaksi kesukaan tekstur brownies talas

Figure 5. Plot model of interaction of taro brownies hedonic test on texture



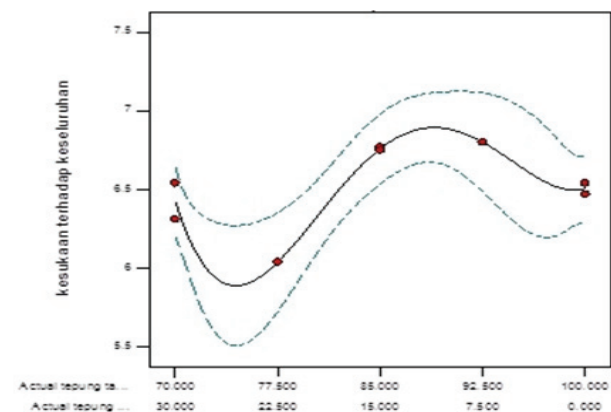
Gambar 2. Model plot interaksi kesukaan warna Brownies talas

Figure 2. Plot model of interaction of taro brownies hedonic test on colour



Gambar 3. Model plot interaksi kesukaan rasa Brownies talas

Figure 3. Plot model of interaction of taro brownies hedonic test on taste



Gambar 6. Model plot interaksi kesukaan keseluruhan Brownies talas

Figure 6. Plot model of interaction of taro brownies hedonic test on overall parameters

Tabel 4. Interaksi linier kuadrat dan lack of fit dari variabel respon TPA

Table 4. Linear, quadratic interaction and the lack of fit of the response variables TPA

Sumber keragaman /Source of variance	Respon/Responses																						
	Kekerasan/ Hardness			Kekenyalan/ Springiness			Kelengketan/ Adhesiveness			Kepaduan/ Cohesiveness			Gumminess			Chewiness							
	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value						
Model/Model	3834,5	0,003**	4,11	0,001**	0,02	<0,0001***	0,037	0,007**	1054,9	0,005**	2138,1	0,0001***	Campuran Linier/ Linear Mixture	3276,2	0,001**	3,61	0,001**	0,02	<0,0001***	0,036	0,002**	2080,5	<0,0001***
Interaksi/ Interaction	5581,8	0,046*	0,5	0,029*	0,026	0,135ns	0,088	0,795ns	9483,8	0,129ns	57,54	0,083ns	Lack of fit	1657,4	0,448ns	0,22	0,072ns	0,017	0,4583ns	0,029	0,367ns	7361,1	0,341ns
R ² (%)	90,56		93,8		97,97		86,54		88		97,19		R ² (adj) (%)	86,79		91,32		97,15		81,15		96,07	

Keterangan : *Signifikan pada P<0.05; **signifikan pada P<0.01; ***signifikan pada P<0.001; ns : tidak signifikan

Remarks: *Significant at P<0.05; **significant at P<0.01; ***significant at P<0.001; ns : not significant

Tabel 5. Interaksi linier kuadrat dan lack of fit dari variabel respon

Table 5. Linear, quadratic interaction and the lack of fit of the response variables

Sumber keragaman Source of variance	Respon/ Response																								
	Serat pangan/ Dietary fiber			Warna/ Colour			Aroma/ Odour			Rasa/ Taste			Tekstur/ Texture			Keseluruhan/ Overall									
	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value	Sequential sum of square	Sequential sum of square	p-value								
Model/Model	3,89	0,001**	0,18	0,015*	1,03	0,003**	0,33	0,016*	0,220	0,017*	0,44	0,037*	Campuran Linier/ Linear Mixture	3,89	0,001**	0,012	0,095ns	0,03	0,006**	0,00	0,084ns	0,003	0,342ns	0,07	0,081ns
Interaksi/ Interaction	0,053	0,058ns	0,12	0,004**	0,033	0,151ns	0,25	0,004**	0,073	0,014**	0,13	0,034*	Lack of fit	0,02	0,957ns	0,22	0,103ns	0,01	0,402ns	0,08	0,061ns	0,036	0,064ns	0,32	0,062ns
R ² (%)	83,86		96,73		96,05		96,46		94,41		93,82		R ² (adj) (%)	81,17		92,38		93,08		91,75		91,62		85,59	

Keterangan : *Signifikan pada P<0.05; **signifikan pada P<0.01; ***signifikan pada P<0.001; ns not significant

Remarks: *Significant at P<0.05; **significant at P<0.01; ***significant at P<0.001; ns : not significant

Optimasi dan verifikasi formula

Hasil analisis ragam dilakukan untuk menentukan *lack of fit*, signifikansi model linier dan interaksi dari variabel independen terhadap variabel dependen (bebas) (Tabel 4 dan 5). *Lack of fit* adalah ukuran kegagalan model untuk mewakili data dalam domain eksperimen dan titik-titik yang tidak termasuk dalam regresi³¹. Suatu model dikatakan fit apabila nilai p dari *lack of fit* lebih dari 0.05 (tidak signifikan). Koefisien determinasi atau R² adalah proporsi dari variasi respon dikaitkan dengan model daripada kesalahan acak dan menyarankan model yang cocok, R² harus di sedikitnya 80%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model untuk semua variabel respon yang sangat memadai karena mereka memiliki tingkat memuaskan yaitu R² lebih dari 80% dan *lack of fit* yang tidak signifikan untuk semua respon. Nilai R² dari semua respon melebihi 80% menunjukkan proporsi ragam yang tinggi seperti dijelaskan dalam data. Oleh karena itu, RSM yang dikembangkan cukup memadai (Tabel 4 dan 5).

Optimasi dilakukan berdasarkan hasil analisis masing-masing respon terhadap perlakuan (formula). Analisis model terhadap respon yang signifikan, selanjutnya dioptimalkan untuk mendapatkan formula optimum. Seluruh respon dari hasil penelitian ini digunakan dalam penentuan formula optimum dengan kriteria tujuan seperti yang telah disajikan pada Tabel 2. Hal ini bertujuan agar produk hasil optimasi memiliki kadar serat setinggi mungkin, paling disukai oleh panelis dan memiliki tekstur mirip *brownies* kontrol. Optimasi merupakan proses untuk memperoleh nilai *desirability* maksimum dengan mempertimbangkan semua kriteria tujuan.

Tabel 7. Nilai prediksi dan aktual tekstur, total serat, dan organoleptik formula optimum

Table 7. Predicted and actual value of texture, total fiber and organoleptic of the optimum formulation

Respon /Responses	Nilai Prediksi/ Predicted value			Nilai Aktual/ Actual value
	Minimal/ Minimum	Maksimal/ Maximum	Rerata/ Average	
Hardness	1110.38	2822.24	2035,5	1710,5
Springiness	5.17	8.51	6,8	5,54
Adhesiveness	0.013	0.09	0.055	0.06
Cohesiveness	0.12	0.58	0.35	0.5
Gumminess	440.69	1442.61	941.88	988.96
Chewiness	48.38	86.31	68,6	48,38
Total serat pangan/Total dietary fiber	10.29	12.12	11,28	11,25
Kesukaan terhadap warna /Hedonic test on colour	6.38	6.74	6,6	6,7
Kesukaan terhadap rasa /Hedonic test on taste	6.47	6.97	6,8	6,7
Kesukaan terhadap aroma /Hedonic test on odour	6.00	6.66	6,5	6,4
Kesukaan terhadap tekstur /Hedonic test on texture	6.32	6.72	6,6	6,6
Kesukaan keseluruhan /Hedonic test on overall parameters	6.38	7.14	6,8	6,7

Tabel 6 memperlihatkan hasil optimasi numerik, dimana terdapat tiga komposisi formula yang dianggap optimum. Nilai *desirability* tertinggi menjadi dasar pemilihan formula terpilih, yaitu formula dengan komposisi tepung talas 86% dan tepung maizena 14%.

Tabel 6. Tiga formula Brownies terpilih

Table 6. Three preferred brownies formulations

No.	Tepung talas/ Taro flour (%)	Tepung maizena/ Corn starch (%)	Kesukaan/ Desirability
1	86.233	13.767	0,812
2	70	30	0,603
3	100	0	0,276

Setelah mendapatkan formula terpilih dilakukan verifikasi dengan cara membuat produk sesuai dengan formula yang direkomendasikan sebagai formula terpilih (optimum) kemudian dilakukan analisis terhadap karakteristik produk. Komposisi bahan baku dari formula terpilih adalah 86% tepung talas dan 14% tepung maizena, sedangkan prosentase bahan lainnya sama dengan tahap formulasi. Hasil analisis akan memberikan nilai aktual, sedangkan perhitungan optimasi sebelumnya telah memperkirakan nilai respon (prediksi) yang diperoleh dari perhitungan koefisien regresi pada persamaan regresi masing-masing respon. Tabel 7, memperlihatkan hasil verifikasi analisis tekstur, total serat, dan organoleptik *Brownies* talas Banten.

Hasil analisis komposisi nutrisi *brownies* dari formula terpilih dapat dilihat pada Tabel 8. Kandungan air *brownies* formula terpilih sebesar 15,2%. *Brownies* tepung talas Banten merupakan makanan semi basah.

Kadar serat pangan total terdiri dari serat pangan larut air dan serat pangan tidak larut air. *Brownies* formula terpilih mengandung serat pangan tidak larut air yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat pangan larut airnya. Sifat utama serat tidak larut air adalah dapat menyerap air dan meningkatkan volume feses, sehingga makanan dapat melewati usus besar dengan cepat dan mudah. Fungsi serat pangan tidak larut air lainnya adalah mengatasi masalah pencernaan sehingga dapat mengurangi risiko wasir, divertikulosis, dan kanker kolon.

Tabel 8. Komposisi nutrisi *brownies* formula terpilih
Table 8. Nutritional composition of selected brownies formula

Komposisi / Composition	Jumlah/ Amount
Protein (%) / Protein	4,67
Lemak (%) / Fat	28,64
Air (%) / Water	15,21
Abu (%) / Ash	1,17
Karbohidrat (%) / Carbohydrate	50,31
Serat pangan (%) / Dietary fiber	9,54
• Serat pangan larut air/ Water soluble dietary fiber	2,14
• Serat pangan tidak larut air/ Water insoluble dietary fiber	7,41
Energi (kkal/100 g) / Energy (ccal/100 g)	476

Berdasarkan komposisi nutrisi tersebut selanjutnya dapat ditentukan takaran saji. *Brownies* digolongkan sebagai makanan selingan. Makanan selingan memberikan kontribusi 10% dari total kebutuhan energi sehari. Angka Label Gizi untuk energi bagi golongan umum adalah 2000 kkal. Setiap 100 gram *brownies* tepung talas Banten dari formula terpilih mengandung 476 kkal. Sehingga untuk memperoleh 200 kkal dibutuhkan 42 gram *brownies* tepung talas Banten dari formula terpilih. Komposisi kandungan gizi *rownies* tepung talas Banten per takaran saji dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan gizi *Brownies* terpilih per takaran saji
Table 9. Nutritional fact of selected brownies per serving

Kandungan Gizi / Nutrition	Jumlah/ Amount
Energi/Energy	200 kkal/ 200 ccal
Protein/Protein	1,96 g
Lemak/ Fat	11,03 g
Karbohidrat/Carbohydrate	21,01 g
Serat pangan / Dietary fiber	4,05 g

Jumlah serat pangan total per takaran saji *brownies* tepung talas Banten sebesar 4,05 gram. Kebutuhan serat sehari untuk umum menurut Angka Label Gizi

untuk pelabelan adalah sebanyak 25 gram/2000 kkal. Berdasarkan perhitungan, artinya *brownies* formula terpilih memberikan kontribusi serat pangan sebesar 16,05 persen dari total kebutuhan sehari golongan umum. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VII Tahun 2004, menyatakan bahwa produk yang mengandung 10-20 persen suatu zat gizi tertentu dari total kebutuhan sehari dikatakan sebagai produk sumber zat gizi tersebut⁶. Hal ini berarti bahwa *brownies* formula terpilih dapat diklaim sebagai pangan sumber serat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan optimasi maka terpilih satu formula *Brownies* yaitu formula tepung talas Banten-maizena sebesar 86% - 14% dengan nilai *desirability* sebesar 0,812. Hasil validasi menunjukkan nilai hasil analisis tidak berbeda jauh dengan nilai prediksi, dimana *Brownies* terpilih memiliki 4,66% protein, 33,84% lemak, 15,20% air, 1,66% abu, 44,64% karbohidrat, dan 11,26% serat pangan. Berat *brownies* terpilih per takaran saji adalah 42 gram dengan memberikan kontribusi serat pangan sebesar 16,05 persen dari total kebutuhan sehari golongan umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Slavin JL. Dietary fiber and body weight. *Nutrition*. 2005; 21: 411–418.
- Nomura AMY, Hankin JH, Henderson BE, Wilkens LR, Murphy SP, Pike MC. Dietary fiber and colorectal cancer risk: the multiethnic cohort study. *Cancer Causes & Control*. 2007; 18: 753–764.
- Roth J, Mobarhan S. Preventive role of dietary fiber in gastric cardiac cancers. *Nutrition Reviews*. 2001; 59: 372–374.
- King DE. Dietary fiber, inflammation, and cardiovascular disease. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2005; 49: 594–600.
- Mendeloff AI. Dietary fibre and gastrointestinal disease. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1987; 45:1267–1270.
- Karmini Mien, Briawan D. Acuan Label Gizi. Dalam Widyakarya Nasioal Pangan dan Gizi VIII. Jakarta: 2004.
- Mahyar Veni. Studi konsumsi serat dan status gizi pada anak sekolah dasar di kota dan kabupaten bogor [skripsi]. Bogor: Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor. 2010.
- Richana N, Sunarti TC. Karakteristik Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubi Kelapa, dan Gembili. *Jurnal Pascapanen*. 2004; 1 (1) : 29-37.
- Nurapriani RDR. Optimasi formulasi brownies panggang tepung komposit berbasis talas, kacang hijau, dan pisang [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknoogi Pertanian IPB. 2010.

10. Anonim. Banten kembangkan talas beneng sebagai potensi pangan lokal [Internet] 2010 [Diunduh 2 November 2010]. Tersedia di: <http://www.sinartani.com/potensi/Banten-kembangkan-talas-beneng-sebagai-potensi-pangan-lokal-1275368012.htm>
11. Bakke A, Z Vickers. Consumer liking of refined and whole wheat breads. *J. Food Sci.* 2007; 72: 473-480.
12. Muntikah. Sensasi rasa kue nonterigu [Internet] 2010 [Diunduh 1 November 2010]. Tersedia di: <http://hosting2.koran-jakarta.com>
13. Martinus. Ingredient of bakery [Internet] 2008 [Diunduh 1 November 2010]. Tersedia di: http://indonesianbakeryrecipes.blogspot.com/2008_08_17_archive.html
14. Cornell JA. Experiments with Mixtures. New York: John Wiley & Sons Inc.; 1990.
15. Sutomo Budi. Resep Brownies panggang irit telur [Internet] 2007 [Diunduh 1 Juni 2010]. Tersedia di: <http://budiboga.blogspot.com>
16. Collar C, Andreu P, Martinez JC, Armero E. Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: A response surface methodology study. *Food Hydrocolloids.* 1999; 13: 467-475.
17. Finnie SM, Bettge AD, Morris CF. Influence of Flour Chlorination and Ingredient Formulation on the Quality Attributes of Pancakes. *Cereal Chem.* 2006; 83(6):684-691.
18. AOAC. Official Methods of Analysis Association of Official Agricultural Chemists. Washington DC. 1995.
19. Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budijanto S. Analisis Pangan. Bogor: PSPG IPB. 1989.
20. Cauvain SP. Improving the Texture of Bread. In : Kilcast D (ed.). *Texture in Food.* Cambridge: CRC Press. 2004
21. Lu TM, Lee CC, Maud JL, Lin SD. Quality and antioxidant property of green tea sponge cake. *Food Chem.* 2010; 119:1090-1095.
22. Lee CC, Lin SD. Effect of GABA tea on quality characteristics of chiffon cake. *Cereal Chem.* 2008; 85: 31-38.
23. Kamel BS, Rasper VF. Effects of emulsifiers, sorbitol, polydextrose, and crystalline cellulose on the texture of reduced-calorie cakes. *Journal of Texture Studies.* 1988; 19: 307-320.
24. Gomez M, Moraleja A, Oliete B, Ruiz E, Caballero PA. Effect of fiber size on the quality of fibre-enriched layer cake. *LWF-Food Sci. Technol.* 2010; 43: 33-38.
25. Wilderjans E, B Pareyt, H Goesaert, K Brijs, JA Delcour. The role of gluten in a pound cake system: A model approach based on gluten-starch blends. *Food Chem.* 2008; 110: 909-915.
26. Singh M, Liu SX, Vaughn SF. Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology.* 2012; 1: 348-352.
27. Yu S, Ying M, Wen SD. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *J. Cereal Sci.* 2009; 50: 139-144.
28. Ross AS. Instrumental measurement of physical properties of cooked asian wheat flour noodles. *Cereal Chem.* 2006; 83(1):42-51.
29. Hartati NS, Prana TK. Analisis kadar pati dan serat kasar tepung beberapa kultivar talas (*Colocasia esculenta* L. Schott). *Jurnal Natur Indonesia* 6. 2003; (1) : 29-33.
30. Bodyfelt FW, Tobias J, Trout GM. *The Sensory Evaluation of Dairy Products.* AVI Westport, Connecticut, USA. 1988.
31. Varnalis AI, Brennan JG, Macdougall DB, Gilmour SG. Optimization of high temperature puffing of potato cubes using response surface methodology. *Journal of Food Engineering.* 2004; 61: 153-163.