



Optimasi Kadar Total Penol dan Aktivitas Antioksidan Tepung Labu Kuning Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM)

Agung Wahyono¹, Elly Kurniawati², Kasutjaningati³, Kang-Hyun Park⁴, Woo-Won Kang⁵

^{#1)} Program Studi Teknologi Industri Pangan, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia

wahyono_agung@yahoo.com
elky_kurniawati@ymail.com

^{*2)} Program Studi Produksi Tanaman Hortikultura, Politeknik Negeri Jember, Jember, Indonesia

kasutjaningati@gmail.com

^{#3)} Department of Food and Food Service Industry, Kyungpook National University, Korea

kanghyunpark96@gmail.com
wwkang@knu.ac.kr

Abstract

Yellow pumpkin (*Cucurbita moscata*) is a local plant that is yet optimally utilized. It has been reported that drying temperature and pre-treatment of metabisulfite greatly affected the total phenolic contents and antioxidant activity of pumpkin flour. Response Surface Methodology (RSM) considered to be a powerful tool to optimize process conditions in order to get a high yield of particular response. Process optimization was done based on the Box-Behnken construction that consisted of 12 factorial treatments and 5 replicates of central point treatments. Factorial treatment as an independent variable were immersion of metabisulfite (15-45 min), temperature of draying (75-85°C), and duration of drying (8-12 h). Based on the data acquired by Box-Behnken Design, a quadratic model can predict the response at any point. The response variables correlated well with the independent variables according to the multiple regression analysis. The R^2 of the model fitted for total phenolic content and DPPH scavenging activity was 0.9171 and 0.9746, respectively. Based on the model, the optimum conditions for manufacturing of pumpkin flour were 15 min of immersion of meta-bisulfite, 83.03 °C of drying temperature, and 10.04 h of drying time. Those optimized conditions produced pumpkin flour which has predicted total phenolic content of 1.83 mg GAE/g sample and DPPH scavenging activity of 91.072%.

Keywords— antioxidant, flour, RSM, pumpkin

I. PENDAHULUAN

Labu kuning merupakan labu yang masuk dalam famili *Cucurbitaceae*. Labu kuning diklasifikasikan pada *Cucurbita pepo*, *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* dan *Cucurbita mixta*, menurut tekstur dan bentuk dari batangnya. Kandungan gizi labu kuning sangat tinggi dan bervariasi tergantung spesies atau kultivarnya. Pada kondisi segar, kandungan karotenoid pada labu kuning berkisar 2-10 mg/100 gram, kandungan vitamin C dan E masing-masing berkisar 9-10 mg/100 gram dan 1,03-1,06 mg/100 gram. Disamping itu juga mengandung vitamin yang lain seperti vitamin B6, K, thiamin, dan riboflavin, juga beberapa jenis mineral seperti potassium, fosfor, magnesium, besi dan selenium dalam jumlah yang cukup signifikan [1].

Banyak studi melaporkan bahwa labu kuning kaya kandungan senyawa phenolic dan aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan pada labu kuning sebesar 476,6 mg GAE/100 gram. Senyawa phenolic mempunyai sifat-sifat

yang menguntungkan bagi kesehatan termasuk menghilangkan aktivitas radikal bebas, penghambatan aktivitas hidrolitik dan oksidatif enzim-enzim, anti peradangan (*inflammatory*) yang merupakan penyebab penting pada penyakit jantung, hipertensi, dan penyakit degenerasi [2].

Response Surface Methodology (RSM) merupakan metode statistik untuk menentukan korelasi antara variabel respon dan sekelompok variabel input. RSM merupakan metode yang efisien dalam segi waktu dan biaya untuk menjelaskan pengaruh dan interaksi variabel input dan variabel respon serta untuk mengevaluasi parameter kunci [3].

Sampai saat ini, masih belum ditemukan publikasi hasil penelitian mengenai proses pembuatan tepung labu kuning dengan optimasi kandungan senyawa fungsional menggunakan RSM. Oleh karena itu penelitian yang akan dilakukan akan dapat memberikan kontribusi baru pada bidang teknologi pangan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengaruh pengeringan dan perlakuan awal

Pengeringan merupakan salah satu alternatif pengawetan produk buah dan sayuran segar yang memungkinkan produk pangan tersebut dikonsumsi diluar musimnya. Pengeringan merupakan teknik pengawetan produk pangan yang paling banyak digunakan dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan air dalam bahan pangan pada tingkat aman terhadap kerusakan yang disebabkan oleh mikroba maupun reaksi biokimia. Selain meningkatkan daya simpan, pengeringan akan memperkecil kebutuhan ruang penyimpanan dan mempermudah proses transportasi [4]. Aydin & Gocmen [5] menyatakan bahwa pengeringan dapat melepaskan senyawa phytochemical dari matrik bahan pangan sehingga menjadi lebih tersedia pada saat proses ekstraksi.

Perendaman dalam larutan bisulfit sangat efektif untuk mempertahankan kandungan karotenoid total. Hal ini disebabkan oleh peran antioksidan pada bahan aditif dalam mempertahankan karotenoid pada produk kering. Pada reaksinya, oksigen dilepaskan oleh radikal SO_2 , oleh sebab itu kerusakan yang disebabkan oleh molekul oksigen dihambat dengan keberadaan SO_2 [5]. Mohamed & Hussein [6] dan Chen et al. [7] melaporkan bahwa kandungan karotenoid pada wortel dan mangga kering sangat efektif dipertahankan dengan perlakuan perendaman larutan metabisulfit sebelum proses pengeringan.

2.2 Response Surface Methodology (RSM)

RSM tidak lain sebuah model regresi linier yang memodelkan hubungan antara variabel bebas dan variabel respon. RSM mempunyai dua tahapan utama dalam analisisnya. Pertama, pemodelan regresi orde pertama (first order), yang biasa dinyatakan dengan persamaan linier polinomial dengan orde satu. Berikut adalah persamaan RSM orde satu dengan dua faktor:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (1)$$

Dimana X_1 adalah faktor yang diteliti dalam eksperimen atau disebut juga sebagai variabel bebas, dan y adalah variabel respon. Desain eksperimen yang bersesuaian dengan persamaan (1) adalah faktorial sebagaimana DoE, namun dengan menyatakan center point diantara level-level faktornya. Pada saat desain eksperimen pada orde pertama memuat titik respon optimal diantara level-level faktor yang diselidiki, maka persamaan (1) akan mengandung *lack-of-fit*. Maka langkah kedua dapat langsung diterapkan, yakni menaikkan derajat polinomial persamaan (1) menjadi orde kedua (second order) atau derajat dua, dengan contoh persamaan dua faktor sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon \quad (2)$$

Titik optimal respon secara sederhana akan didapat dengan differensial pada persamaan (2) untuk setiap

variabel bebas. Dengan demikian, akan didapatkan setting level faktor-faktor yang akan mengoptimalkan variabel respon. Hal inilah yang kemudian dikatakan sebagai proses optimasi matematis [8].

RSM banyak sekali digunakan dalam percobaan optimasi proses. Berikut ini adalah beberapa paper yang menggunakan RSM untuk optimasi proses; 1. Optimasi formulasi kandungan nutrisi roti berbasis kalsium karbonat dan inulin [9], 2. Overproduksi inulinase dan optimasi hidrolisis inulin menggunakan yeast *Pichia guilliermondii*[10], 3. Optimasi ekstraksi phycocyanin dari microalga *Spirulina platensis* menggunakan Ultrasound Assisted Extraction (UEA) [11], 4. Hidrolisis enzimatis protein isolate dari minyak labu kuning yang dibuat dari biji labu kuning tanpa kulit [12], dan 5. Optimasi produksi inulinase pada medium padat menggunakan *Aspergillus ficuum* JNSP5-06 [7].

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan

Melakukan optimasi kandungan total phenoldan aktivitas antioksidan melalui perlakuan awal perendaman metabisulfit dan pengeringan.

3.2 Manfaat

Menghasilkan teknologi pembuatan tepung labu kuning yang berkualitas dengan kandungan senyawa fungsional yang optimal.

IV. METODE PENELITIAN

4.1 Bahan

Labu kuning (*Cucurbita moschata*) diperoleh dari supermarket di kota Sangju, Korea. Labu kuning yang digunakan dalam pembuatan tepung adalah labu yang bebas dari kerusakan fisik. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian adalah DPPH (Sigma-Aldrich), asam gallat (Sigma Chemical Co.), Folin Ciocalteu's phenol reagent (Sigma-Aldrich), sodium carbonate (D.S.P GR Reagent, Duksan Pure Chemical Co., LTD), methanol (Duksan Pure Chemical Co., LTD), ethanol (Duksan Pure Chemical Co., LTD) dan potassium persulfate.

4.2 Pembuatan Tepung

Pembuatan tepung labu kuning dilakukan dengan urutan proses sebagai berikut: 1. Pemilihan labu kuning yang bebas dari kerusakan, 2. Pencucian, 3. Pengupasan, 4. Pemisahan biji dan pemotongan, 5. Pengirisan (2-4 mm), 6. Perendaman metabisulfit, 7. Pengeringan, 8. Penggilingan.

4.3 Proses Optimasi

Pada penelitian ini, desain penelitian didasarkan pada konstruksi Box-Behnken [13] yang terdiri dari 12 perlakuan faktorial dan 5 ulangan titik tengah perlakuan. Faktor perlakuan sebagai variabel independen adalah lama perendaman metabisulfit (X1), suhu pengeringan (X2) dan lama pengeringan (X3). Masing-masing variabel independen tersebut terdiri dari 3 level yaitu; X1 adalah 15, 30 dan 45 menit, X2 adalah 80, 90, dan 100°C, X3 adalah 8, 10, dan 12 jam. Sedangkan variabel respon utama yang diukur adalah kandungan total phenol dan aktivitas antioksidan.

4.4 Ekstraksi Sampel

Ekstraksi sampel tepung labu kuning dilakukan menurut metode Que et al., [14] yang dimodifikasi. Tepung labu kuning 20 gram ditimbang dan dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 250 ml. Kemudian ditambahkan methanol 50 ml. Ekstraksi dilakukan menggunakan inkubator shaker pada suhu 25 °C selama 10 jam dengan kecepatan 180 rpm. Selanjutnya, supernatant disaring menggunakan kertas Whatman no. 1 dan disimpan pada suhu 5 °C sampai analisis lebih lanjut.

4.5 Analisis Total Phenol

Analisis kadar total phenol dilakukan berdasarkan metode Singleton dan Rossi [15]. Sampel 0,2 ml dimasukkan dalam tabung reaksi. Selanjutnya ditambahkan larutan Folin 10% 1 ml. Setelah 10 menit, ditambahkan natrium karbonat 7,5% sebanyak 0,8 ml dan di vortex. Larutan diinkubasi pada suhu ruang selama 2 jam. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 765 nm.

4.6 Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan berdasarkan *scavenging* DPPH dilakukan berdasarkan metode Shahidi et al., (2006) yang dimodifikasi. Sampel 0,1 ml ditambah dengan 0,2 mM DPPH sebanyak 3,9 ml. Selanjutnya, *mixture* didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang. Absorbansi *mixture* diukur dengan menggunakan spektrofotometer (Shimadzu, UV-1601) pada panjang gelombang 510 nm. Aktivitas antioksidan sampel dihitung berdasarkan rumus berikut:

% *Scavenging* DPPH

$$= \left[\frac{(A \text{ kontrol} - A \text{ sampel})}{A \text{ kontrol}} \right] \times 100\%$$

Dimana, A kontrol adalah absorbansi larutan DPPH tanpa penambahan sampel dan A sampel adalah absorbansi larutan DPPH dengan penambahan sampel.

V. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Hasil dan Pembahasan

Pengembangan model untuk memprediksi kadar total phenol dan aktivitas antioksidan

Pengaruh perendaman metabisulfit, suhu pengeringan dan lama pengeringan terhadap kadar total phenol dan aktivitas antioksidan tepung labu kuning ditampilkan pada Tabel 2. Berdasarkan model kuadratik, variabel lama perendaman, suhu pengeringan, dan lama pengeringan dengan kadar total phenol dan aktivitas antioksidan memiliki keeratan yang tinggi yang ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) masing-masing sebesar 0,9171 dan 0,9746. Hal tersebut menunjukkan bahwa model kuadratik mampu menjelaskan dengan baik hubungan antara data percobaan dengan data hasil prediksi [17], [11].

Berikut ini adalah persamaan model kuadratik untuk Total Phenol:

$$Y_1 = 1.77 - 0.013X_1 + 0.081X_2 + 0.039X_3 - 0.0075X_1X_2 + 0.018X_1X_3 - 0.08X_2X_3 + 0.043X_1^2 - 0.12X_2^2 - 0.02X_3^2 \quad (3)$$

Persamaan model kuadratik untuk DPPH:

$$Y_2 = 84.57 - 1.16X_1 + 13.08X_2 + 3.54X_3 + 0.44X_1X_2 - 0.13X_1X_3 - 2.67X_2X_3 + 0.23X_1^2 - 7.06X_2^2 - 3.08X_3^2 \quad (4)$$

TABEL 1. PENGARUH PERENDAMAN METABISULFIT, SUHU PENGERINGAN DAN LAMA PENGERINGAN TERHADAP KADAR TOTAL PHENOL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN TEPUNG LABU KUNING

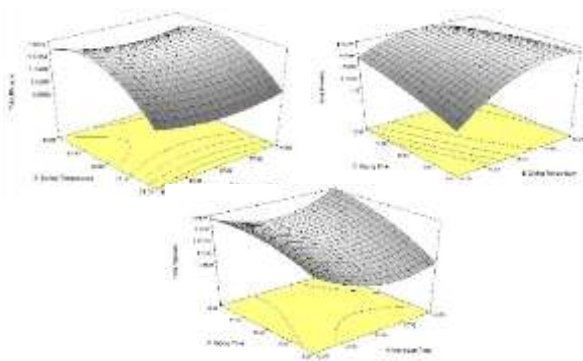
RUN	Coded Variables	Metabisulphite Immersion (min)	Drying Temperature (°C)	Drying Time (h)	Total Phenol (GAE/mg)	DPPH (%)
1	1 0 1	45	80	12	1.81	83.74
2	0 1 1	30	85	12	1.72	89.63
3	0 0 0	30	80	10	1.74	80.85
4	0 -1 1	30	75	12	1.65	65.44
5	0 0 0	30	80	10	1.79	86.07
6	-1 -1 0	15	75	10	1.64	67.26
7	0 1 -1	30	85	8	1.77	88.76
8	-1 0 1	15	80	12	1.82	87.67
9	1 1 0	45	85	10	1.73	89.09
10	0 0 0	30	80	10	1.77	85.47
11	1 -1 0	45	75	10	1.65	65.42
12	1 0 -1	45	80	8	1.73	76.03
13	0 0 0	30	80	10	1.75	84.77
14	0 0 0	30	80	10	1.8	85.69
15	-1 1 0	15	85	10	1.75	89.18
16	0 -1 -1	30	75	8	1.38	53.88
17	-1 0 -1	15	80	8	1.81	79.46

TABEL 2. ANALISIS VARIANS BERDASARKAN RESPON SURFACE DENGAN MODEL KUADRATIK UNTUK KANDUNGAN TOTAL PHENOL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN

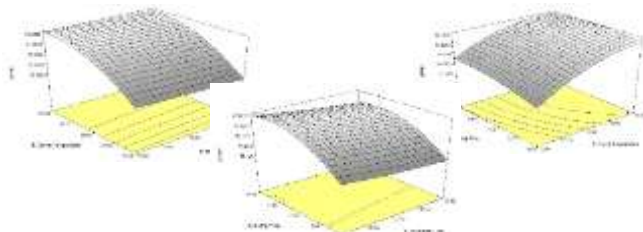
Parameters	DPPH Scavenging Activity				ABTS Scavenging Activity			
	Predicted Coefficients	Standard Error	DF	P Value	Predicted Coefficients	Standard Error	DF	P Value
Model	84.57	1.14785	9	< 0.0001	64.45	2.52204	9	0.0004
A	-1.16	0.90746	1	0.2414	-0.51	1.99384	1	0.8069
B	13.08	0.90746	1	< 0.0001	25.15	1.99384	1	< 0.0001
C	3.54	0.90746	1	0.0059	5.76	1.99384	1	0.0233
AB	0.44	1.28334	1	0.7432	1.45	2.81972	1	0.6229
AC	-0.13	1.28334	1	0.9251	-2.06	2.81972	1	0.4883
BC	-2.67	1.28334	1	0.0758	0.64	2.81972	1	0.8283
A ²	0.23	1.25084	1	0.8578	-2.68	2.74833	1	0.3614
B ²	-7.07	1.25084	1	0.0008	1.41	2.74833	1	0.6239
C ²	-3.08	1.25084	1	0.0434	-1.55	2.74833	1	0.5896
R ²		0.97				0.96		
Lack of fit		0.2500				0.4457		

Pengaruh perendaman metabisulfite, suhu pengeringan dan lama pengeringan terhadap kadar total phenol aktivitas antioksidan

Profil response surface pengaruh lama perendaman metabisulfit, suhu pengeringan, dan lama pengeringan terhadap kadar total phenol dan aktivitas antioksidan tepung labu kuning ditampilkan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Profil response surface pengaruh perendaman metabisulfit, suhu pengeringan dan lama pengeringan terhadap kadar total phenol tepung labu kuning.



Gambar 2. Profil response surface pengaruh perendaman metabisulfit, suhu pengeringan dan lama pengeringan terhadap aktivitas antioksidan tepung labu kuning.

Berdasarkan hasil analisis varians pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perendaman metabisulfit tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar total phenol tepung labu kuning ($P > 0,05$), Sedangkan suhu pengeringan dan lama pengeringan berpengaruh signifikan terhadap kadar total phenol tepung labu kuning ($P < 0,05$). Gambar 1. menunjukkan bahwa lama perendaman metabisulfit tidak memberikan pengaruh terhadap kadar total phenol. Hal ini ditunjukkan dengan adanya pola kurva respon total phenol yang tidak menunjukkan keterkaitan dengan lama perendaman metabisulfit. Menurut Aydin dan Gocmen [5] sampel yang diperlakukan dengan metabisulfit menunjukkan kandungan phenol yang lebih tinggi. Perendaman dalam larutan metabisulfit kemungkinan dapat memberikan efek perlindungan terhadap senyawa phenol. Hasil yang sama dilaporkan oleh Chen et al., [7] pada buah mangga Taiwan. Akan tetapi, pada penelitian ini hanya membedakan lama perendaman sampel labu kuning yang tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar total phenol labu kuning.

Aydin dan Gocmen [5] melaporkan bahwa pengeringan memberikan efek positif terhadap kadar total phenol tepung labu kuning sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini diduga disebabkan oleh pembentukan senyawa phenol selama proses pengeringan pada suhu 70°C [14]. Sebaliknya Ibrahim et al. [18] menyatakan bahwa pengeringan suhu 60 dan 70°C akan menurunkan kadar total phenol kulit manggis dibandingkan dengan suhu 50°C, meskipun pada durasi waktu yang pendek. Sedangkan lama pengeringan akan menurunkan kadar total phenol kulit buah manggis.

Hasil analisis varians pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perendaman metabisulfit tidak berpengaruh signifikan ($P > 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan tepung labu kuning. Sedangkan suhu pengeringan dan lama pengeringan berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan ($P < 0,05$) tepung labu kuning.

Suhu pengeringan memberikan pengaruh dengan pola kuadratik terhadap aktivitas antioksidan tepung labu kuning (Gambar 2). Aydin and Gocmen [5], melaporkan

bahwa tepung labu kuning yang dikeringkan pada suhu tinggi menggunakan oven menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan pengering beku. Que et al. [14] juga melaporkan bahwa dengan pengeringan suhu tinggi menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan pengeringan suhu beku. Ibrahim et al. [18] melaporkan bahwa pengeringan 60 dan 70°C akan menghasilkan aktivitas antioksidan kulit buah manggis yang lebih tinggi dibandingkan pada suhu 50°C. Aydin & Gocmen [5] dan Que et al. [14] melaporkan bahwa pengeringan suhu tinggi meningkatkan aktivitas antioksidan tepung labu kuning. Pengeringan sampai dengan suhu tinggi akan menyebabkan pembentukan senyawa phenol yang bertanggung jawab terhadap aktivitas antioksidan yang lebih tinggi.

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan lama pengeringan memberikan pengaruh dengan pola kuadratik terhadap aktivitas antioksidan. Adanya peningkatan aktivitas antioksidan dengan peningkatan lama pengeringan pada tepung labu kuning diduga karena akumulasi senyawa phenol yang lebih banyak. Akan tetapi, beberapa peneliti melaporkan bahwa peningkatan lama pengeringan akan menurunkan aktivitas antioksidan yang disebabkan degradasi senyawa phenolic serta senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan kehilangan kestabilannya [18].

Optimasi proses pembuatan tepung labu kuning dengan Response Surface Methodology

Optimasi kadar total phenol dan aktivitas antioksidan dilakukan berdasarkan model regresi pada persamaan 3 dan 4 untuk menentukan nilai optimum lama perendaman, suhu pengeringan dan lama pengeringan. Berdasarkan hasil optimasi, diperoleh nilai optimum lama perendaman metabisulfit 15 menit, suhu pengeringan 83,03°C dan lama pengeringan 10,04 jam. Kondisi optimum tersebut diprediksi menghasilkan kadar total phenol dan aktivitas antioksidan masing-masing sebesar 1,83 mg GAE/g sampel dan 91,072%.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan model prediksi, diperoleh kondisi optimum untuk memproduksi tepung labu kuning yaitu perendaman natrium metabisulfit 15 menit, suhu pengeringan 83,03°C, dan waktu pengeringan 11,04 jam. Kondisi optimum tersebut diprediksi akan dapat menghasilkan tepung labu kuning dengan kadar total phenol dan aktivitas antioksidan masing-masing sebesar 1,83 mg GAE/g bahandan 91,07%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi melalui Politeknik Negeri Jember yang telah membiayai

penelitian ini melalui Penelitian Produk Terapan dengan Nomor Kontrak: 310/PL17.4/PL/2017

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rakcejeva, T., Galoburda, R., Cude, L., & Strautniece, E. (2011). Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science*, 1, 441–447. doi:10.1016/j.profoo.2011.09.068
- [2] Jacobo-Valenzuela, N., Maróstica-Junior, M. R., Zazueta-Morales, J. D. J., and Gallegos-Infante, J. A. (2011). Physicochemical, technological properties, and health-benefits of Cucurbita moschata Duchense vs. Cehualca. *Food Research International*, 44(9), 2587–2593. doi:10.1016/j.foodres.2011.04.039
- [3] Box, G. and Wilson, K. (1951). On the experimental attainment of optimum conditions. *J. R. Stat. Soc.* 13: 1-45.
- [4] Guiné R.P.F., Pinho S. and Barroca M.J. (2010). Study of the convective drying of pumpkin (Cucurbita maxima). *Food and Bioproducts Processing*, 89 (4): 422-428.
- [5] Aydin, E., & Gocmen, D. (2015). The influences of drying method and metabisulphite pre-treatment on the color, functional properties and phenolic acids contents and bioaccessibility of pumpkin flour. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 385–392. doi:10.1016/j.lwt.2014.08.025
- [6] Mohamed, S., and Hussein, R. (1994). Effect of low temperature blanching, cysteine-HCl, N-acetyl-L-cysteine, Na metabisulphite, and drying temperature on the firmness and nutrient content of dried carrots. *Journal of Food Processing and Preservation*, 18(4), 343e348.
- [7] Chen, J. P., Tai, C. Y., & Chen, B. H. (2007). Effects of different drying treatments on the stability of carotenoids in Taiwanese mango (*Mangifera indica* L.). *Food Chemistry*, 100(3), 1005e1010.
- [8] Hadiyat, M.A. (th). Response-surface dan Taguchi : Sebuah alternatif atau kompetisi dalam optimasi secara praktis. Jurusan Teknik Industri, Ubaya.
- [9] Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2015). Optimization of the formulation of nutritional breads based on calcium carbonate and inulin. *LWT - Food Science and Technology*, 60(1), 95–101. doi:10.1016/j.lwt.2014.08.019
- [10] Guo, N., Gong, F., Chi, Z., Sheng, J., and Li, J. (2009). Enhanced inulinase production in solid state fermentation by a mutant of the marine yeast *Pichia guilliermondii* using surface response methodology and inulin hydrolysis. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 36(4), 499–507. doi:10.1007/s10295-008-0519-2
- [11] Hadiyanto, H., and Sutrisnorhadi, S. (2016). Response Surface Optimization of Ultrasound Assisted Extraction (UAE) of Phycocyanin from Microalgae *Spirulina platensis*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28(4), 1. doi:10.9755/ejfa.2015-05-193
- [12] Peričin, D., Radulović-Popović, L., Vaštag, Ž., Madarev-Popović, S., and Trivić, S. (2009). Enzymatic hydrolysis of protein isolate from hull-less pumpkin oil cake: Application of response surface methodology. *Food Chemistry*, 115(2), 753–757. doi:10.1016/j.foodchem.2008.12.040
- [13] Vuong, Q. V., Golding, J. B., Nguyen, M. H. and Roach, P. D. (2012). Production of caffeinated and decaffeinated green tea catechin powders from underutilised old tea leaves. *Journal of Food Engineering*. 110: 1-8.
- [14] Que, F., Mao, L., Fang, X., & Wu, T. (2008). Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1195e1201.
- [15] Singleton, V. L., & Rossi, J. J. A. (1965). Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.
- [16] Shahidi, F., Liyana-Pathirana, C. M., & Wall, D. S. (2006). Antioxidant activity of white and black sesame seeds and their hull fractions. *Food Chemistry*, 99, 478–483.

-
- [17] Zhang, Q. A., Z. Q. Zhang, X. F. Yue, X. H. Fan, T. Li S. F. Chen. 2009. Response surface optimization of ultrasound-assisted oil extraction from autoclaved almond powder. *Food Chem.* 116: 513-518.
- [18] Ibrahim, U. K., Austin, E. A., & Salleh, R. M. (2015). Effect of Drying Temperature and Time on Antioxidant and Total Phenolic Content in *Garcinia Mangostana* Pericarp, 1113, 279–284. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1113.279>