

PENGUNAAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* PADA OPTIMASI PROSES PENGOLAHAN BAWANG MERAH IRIS *IN BRINE*

Ratnaningsih¹, Desty Vidiántika², Ermi Sukasih¹, dan Setyadjit¹

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Kampus Penelitian Pertanian, Jl. Tentara Pelajar no.12 Cimanggu Bogor 16114

²Program Studi Kimia – FMIPA Universitas Pakuan – Bogor
e-mail : ratnaningsih@pertanian.go.id

(Diterima 05-01-2018, Disetujui 27-05-2018)

ABSTRAK

Bawang merah merupakan komoditas hortikultura yang mudah rusak dan terkadang mengalami kelangkaan di pasaran. Hal ini menimbulkan masalah serius, seperti harga yang fluktuatif dan terjadinya inflasi. Citarasa bawang merah yang khas menyebabkan keberadaannya dipandang penting oleh masyarakat. Untuk mengatasi tidak kontinunya stok bawang merah di pasaran, perlu dilakukan pengolahan minimal proses, seperti pengolahan bawang merah iris *in brine*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi optimum proses pembuatan bawang merah iris *in brine*. Optimasi proses dilakukan menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). Pengolahan data menggunakan Program *Design Expert 7.0* dengan tiga faktor, yaitu X1 (konsentrasi garam, %), X2 (konsentrasi asam sitrat, %) dan X3 (lama pemanasan, menit). Hasil optimal diperoleh pada kondisi konsentrasi garam 2,5%, asam sitrat 0,73% dan lama pemanasan 5 menit. Bawang merah iris *in brine* hasil optimasi memiliki nilai Aw 0,895; nilai chroma 16,97; pH 3,47; total padatan terlarut (TPT) 7,84 °Brix dengan kandungan antosianin 20,21 ppm, kandungan senyawa volatil 91,30 ppm dan aktivitas antioksidan 154,25 ppm.

Kata kunci: bawang iris, optimasi, *Response Surface Methodology*, asam sitrat, garam, lama pemanasan.

ABSTRACT

Ratnaningsih, Desty Vidiántika, Ermi Sukasih, dan Setyadjit. 2017. The use of Response Surface Methodology on optimization of in brine shallot slices production.

Shallot is a horticultural commodity that easily damaged and sometimes become scarcity in the market. This triggered serious problems, such as fluctuating prices and inflation. Typical of shallot flavor causes its existences to be considered as important by society. To overcome the uncontinuous stock of shallot in the market, it is necessary to process shallot using minimal processing, such as shallot slices in brine. The objective of this study was to determine the optimum condition of the shallot slices in brine making process. Optimization of the proses was done using Response Surface Methodology (RSM). Data were processed using Design Expert 7.0, with three factors, namely X1 (salt concentration,%), X2 (citric acid concentration,%) and X3 (duration of heating, minutes). The optimization result was 0.75% citric acid concentration, 2.5% salt concentration and 5 minutes of heating time. The resulting shallot slices in brine has 0.895 of Aw value; 16.97 of Chroma value; 3.47 of pH; 7.84°Brix of total soluble solid (TSS); 20.21 ppm of anthocyanin content; 91.30 ppm of volatile reducing substances (VRS); and 154.25 ppm of antioxidant activity.

Key words : shallot slices, optimization, Response Surface Methodology, citric acid, salt, heating time.

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan komoditas hortikultura yang dipandang penting oleh masyarakat. Sebagian besar rumah tangga di Indonesia mengkonsumsi bawang merah untuk bumbu masakan, karena bawang merah memberikan rasa dan *flavor* yang khas pada masakan. Tingkat konsumsi bawang merah rata-rata di Indonesia mencapai 4,6 kg per kapita per tahun¹.

Selain urusan citarasa, bawang merah juga dikonsumsi karena nutrisi dan sifat fungsionalnya. Soininen *et al.*^{2,3} melaporkan bawang merah mengandung beberapa jenis gula, asam amino, vitamin, sulfur, enzim, flavonoid, saponin dan mineral. Bawang merah juga dilaporkan mengandung quercetin⁴, senyawa fenolik⁵, inulin⁶, anthocyanin⁷ dan tinggi aktivitas antioksidannya⁵. Quercetin yang terdapat dalam bawang merah adalah *quercetin-3,4'-O-diglucoside* (QDG) dan *quercetin-4'-O-monoglucoside* (QMG) yang terdapat pada umbinya, dan *aglycone quercetin* yang terdapat pada lapisan luarnya⁴. Beberapa penelitian melaporkan bawang merah memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi⁵, bersifat anti mikroba⁸, anti rayap⁹, memiliki kemampuan enzimatis, dan anti arterogenik¹⁰. Wongsa *et al.*¹¹ menyatakan bahwa bawang merah berpotensi dalam penghambatan metabolisme gula pada tubuh manusia, sehingga bisa dimanfaatkan sebagai bahan pangan anti-hiperglikemia. Bubuk bawang merah kering cepat dilaporkan mampu menghambat terjadinya arteriosklerosis pada tikus percobaan, karena mencegah akumulasi arterogenik indeks¹⁰.

Bawang merah termasuk komoditas yang mudah rusak dan cepat mengalami deteriorasi. Beberapa penelitian untuk memperpanjang masa simpan bawang merah telah dilakukan, diantaranya dengan penyimpanan suhu dingin¹², pengemasan vakum¹³, *curing*¹⁴, dan teknologi *Instore Drying*¹⁵. Kadar air awal sebelum penyimpanan dan suhu penyimpanan yang digunakan mempengaruhi daya simpannya¹². Mutia *et al.*¹² melaporkan bawang merah yang disimpan pada suhu 5°C dengan RH 65 – 70% selama 8 minggu memiliki susut bobot sebesar 7,06%. Beberapa produk olahan bawang merah juga telah banyak dikembangkan, diantaranya bawang goreng^{16,17} dan tepung bawang merah^{18,19,20}.

Kebutuhan masyarakat akan bawang merah cukup besar dan bersifat kontinu. Meskipun produktivitas bawang merah relatif konstan, namun keberadaannya sering mengalami kelangkaan dan harganya fluktuatif di pasaran. Bawang merah dalam jumlah besar saat panen yang tidak tertangani secara maksimal akan

mengakibatkan terjadinya pembusukan, perubahan sifat fisikokimia, aroma, rasa, tekstur dan karakter bawang merah secara masif. Padahal masyarakat lebih menyukai bawang merah dalam bentuk segar. Oleh karena itu pengolahan minimal proses, seperti bawang merah iris *in brine*, bisa dijadikan alternatif pilihan di saat bawang merah langka dan harga tinggi di pasaran. Bawang merah iris *in brine* merupakan salah satu produk olahan minimal proses berbahan baku umbi bawang merah segar yang diiris dengan ketebalan tertentu dan direndam di dalam larutan garam dan asam sitrat dengan pemanasan sehingga produk menjadi lebih awet. Penambahan larutan garam (*in brine*) dan asam sitrat diharapkan memperpanjang umur simpan, karena menekan pertumbuhan mikroorganisme dalam produk. Selain itu, sterilisasi dengan pemanasan diharapkan juga memperbaiki masa simpannya. Akan tetapi panas yang digunakan dapat menurunkan nilai gizi dari bawang merah iris. Oleh karena itu untuk menjaga kualitas dan nilai gizinya, perlu dicari proses pengolahan optimum dari bawang merah iris *in brine*. Tiga faktor penting yang mempengaruhi proses pengolahannya adalah: penambahan asam sitrat, garam, dan lama pemanasan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kondisi optimum pada proses pembuatan bawang merah iris *in brine*, dengan tiga faktor penentu yakni konsentrasi garam, asam sitrat dan lama pemanasan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus – Desember 2016, berlokasi di Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian – Bogor. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah bawang merah varietas Bima yang diperoleh dari Pasar Induk Kemang – Bogor. Bahan penunjang yang dipergunakan dalam penelitian meliputi : asam sitrat, garam, CaCl₂, aquades, buffer pH 4 dan pH 7, metanol (Merck), HCl 1 M (Merck), n-heksana (Merck), standar asam askorbat, dan DPPH (Sigma Aldrich).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian terdiri atas peralatan untuk pembuatan bawang merah iris *in brine*, dan peralatan untuk analisis, seperti chromameter (Minolta CR-300), pH-meter (Hanna HI 2211), refraktometer (Hand-Held Refractometer N-1α), Aw-meter (Re-tronic), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu), dan Gas Chromatography.

Metode Penelitian

Pembuatan bawang merah iris in brine

Bawang merah segar disortasi, dikupas, dicuci dan dirajang menggunakan *slicer* dengan ketebalan ± 3 mm. Irisan bawang merah kemudian direndam dalam larutan CaCl_2 37,5 g per liter selama 30 menit. Irisan bawang merah kemudian dibilas dengan air bersih dan ditiriskan. Irisan bawang merah diletakkan dalam kemasan plastik PP sebanyak 20 g, dan disiram dengan larutan asam sitrat dan garam yang telah dididihkan dengan konsentrasi tertentu (Tabel 1). Selanjutnya kemasan ditutup rapat menggunakan *sealer* dan dilanjutkan dengan pengukusan dengan lama pemanasan yang telah ditentukan (Tabel 1). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Seluruh sampel selanjutnya dianalisis karakter fisiknya, diantaranya: warna, pH, Aw dan TPT. Untuk analisis sifat fungsionalnya sampel disimpan dalam keadaan beku pada suhu -20°C hingga analisis.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan *D-optimal* dari *Response Surface Methodology* (RSM) untuk mengoptimasi proses pembuatan bawang merah iris *in brine*, dengan bantuan perangkat lunak *Design Expert 7.0* dari *Stat Ease*. Optimasi proses pembuatan bawang merah iris *in brine* menggunakan tiga faktor perlakuan, yaitu X1 (konsentrasi garam, %), X2 (konsentrasi asam sitrat, %) dan X3 (lama pemanasan, menit). Seluruh perlakuan terdiri dari 20 unit percobaan (Tabel 1).

Seluruh nilai respon diolah dengan *Design Expert 7.0* yang memberikan model persamaan pengaruh konsentrasi garam, konsentrasi asam sitrat, dan lama pemanasan terhadap setiap parameter yang diujikan. Model persamaannya :

$$Y_{i=1}^k = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1, j=2}^{k-1, k} \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

Tabel 1. Rancangan penelitian dengan rancangan *D-optimal*.

Table 1. Research design with *D-optimal* design.

No.	Perlakuan / Treatment		
	X1 (%)	X2 (%)	X3 (menit)
1	6,25	0,1	5
2	6,25	0,1	10
3	6,25	0,55	5
4	10	1,0	15
5	10	1,0	5
6	10	0,1	15
7	2,5	0,1	5
8	2,5	0,1	15
9	10	1,0	5
10	10	0,1	15
11	4,38	0,55	12,5
12	2,5	1,0	10
13	2,5	1,0	5
14	6,25	1,0	15
15	2,5	1,0	15
16	10	0,1	5
17	2,5	0,1	5
18	10	0,1	5
19	10	0,55	10
20	2,5	0,1	15

Keterangan/remarks : X1 = konsentrasi garam/salt concentration, X2 = konsentrasi asam sitrat/citric acid concentration, X3 = lama pemanasan/heating time

Penggunaan *Response Surface Methodology* pada Optimasi Proses Pengolahan Bawang Merah Iris *in Brine*
(Ratnaningsih *et al*)

Dimana : Y = Respon pengamatan, β_0 = Intercept, β_i = Pengaruh linier, β_{ii} = Pengaruh kuadratik, β_{ij} = Pengaruh interaksi percobaan, X_i = kode untuk faktor ke-i, X_j = kode untuk faktor ke-j, dan k = jumlah faktor yang dicobaan.

Model persamaan dapat digunakan untuk optimasi bila model dinyatakan signifikan ($p < 0,05$) dan ketidaktepatan model (*lack of fit*) dinyatakan tidak signifikan ($p > 0,05$) pada taraf signifikansi 5%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel penelitian memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon perlakuan sehingga model yang dihasilkan oleh program *Design Expert 7.0* dapat dipergunakan untuk memperkirakan hubungan antara variabel bebas dengan respon penelitian.

Nilai respon pada penelitian ini terdiri dari 7 variabel pengamatan, yakni: Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6 dan Y7. Keterangan mengenai variabel respon adalah sebagai berikut: Y1 = Aktivitas air (Aw), Y2 = pH, Y3 = Chroma, Y4 = total padatan terlarut (TPT), Y5 =

kandungan antosianin, Y6 = kandungan senyawa volatil (*Volatile Reducing Substance/ VRS*), dan Y7 = aktivitas antioksidan.

Optimasi dan verifikasi

Metode Analisis

Nilai aktivitas air bawang merah iris *in brine* diukur menggunakan Aw-meter²¹. Nilai pH diukur menggunakan pH-meter yang terlebih dahulu dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 4,0 dan pH 7,0²¹. Pengukuran warna menggunakan Chromameter (Minolta CR-300) sehingga diketahui L, a, b, sehingga dapat dihitung nilai Chroma sebagai $\sqrt{a^2 + b^2}$ mengikuti metode Hongyan *et al.*²². Total padatan terlarut diukur menggunakan *hand refractometer* dan dinyatakan dalam °Brix²¹. Kadar *Volatile Reducing Substance* (VRS) diukur menggunakan Gas Chromatography (GC)²¹. Kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan diukur menggunakan DPPH menggunakan metode Zhang *et al.*²³ yang dimodifikasi.

Tabel 2. Kombinasi dan respon perlakuan pada pembuatan bawang iris *in brine*

Table 2. Combination and treatment response of shallot in brine processing

No.	Perlakuan / Treatment			Y1	Y2	Y3	Y4 (°Brix)	Y5 (ppm)	Y6 (ppm)	Y7 (ppm)
	X1 (%)	X2 (%)	X3 (menit/ minutes)							
1	6,25	0,1	5	0,913	4,05	10,25	7,4	18,42	85,85	110,19
2	6,25	0,1	10	0,912	4,48	14,08	8,6	16,60	60,29	112,16
3	6,25	0,55	5	0,914	3,84	19,17	10,0	19,30	78,71	181,29
4	10	1,0	15	0,925	3,41	17,47	14,2	21,92	80,72	84,64
5	10	1,0	5	0,928	3,44	19,39	13,8	23,06	77,93	161,09
6	10	0,1	15	0,921	4,39	11,61	15,4	15,16	87,31	73,46
7	2,5	0,1	5	0,895	4,58	15,31	5,4	17,01	86,39	129,90
8	2,5	0,1	15	0,890	4,72	10,30	10,0	16,75	74,10	89,87
9	10	1,0	5	0,927	3,23	16,81	14,4	16,78	68,78	119,40
10	10	0,1	15	0,922	4,25	11,05	13,6	17,63	81,92	86,57
11	4,38	0,55	12,5	0,898	3,79	15,86	9,6	15,34	89,51	173,86
12	2,5	1,0	10	0,894	3,49	16,57	8,8	19,42	67,69	160,62
13	2,5	1,0	5	0,896	2,94	15,82	8,6	25,73	73,31	118,13
14	6,25	1,0	15	0,910	3,54	18,21	10,2	22,15	65,47	101,98
15	2,5	1,0	15	0,893	3,40	19,93	6,4	19,00	70,93	89,83
16	10	0,1	5	0,923	4,24	12,46	12,4	15,27	86,43	155,43
17	2,5	0,1	5	0,897	4,40	11,39	6,0	16,20	88,42	169,93
18	10	0,1	5	0,924	3,32	16,39	12,8	16,80	85,62	93,77
19	10	0,55	10	0,924	3,75	14,77	11,0	15,16	91,30	135,99
20	2,5	0,1	15	0,892	4,69	10,62	6,0	17,48	85,05	89,52

Keterangan/remarks: X1 = konsentrasi garam/salt concentration, X2 = konsentrasi asam sitrat/citric acid concentration, X3 = lama pemanasan/heating time, Y1 = aktivitas air (Aw)/water activity (Aw), Y2 = pH/pH, Y3 = chroma/chroma, Y4 = total padatan terlarut (TPT)/total soluble solid (TSS), Y5 = antosianin/anthocyanin, Y6 = kandungan senyawa volatil/volatile reducing substance (VRS), dan Y7 = aktivitas antioksidan/antioxidant activity.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, bawang iris *in brine* dibuat terlebih dahulu sesuai rancangan penelitian *D-optimal* seperti terlihat pada Tabel 1. Produk bawang iris *in brine* kemudian dianalisis untuk mengetahui respon produk terhadap faktor perlakuannya. Respon yang diamati pada produk bawang iris *in brine*, antara lain: Aw,

pH, Chroma, total padatan terlarut (TPT), kandungan antosianin, kandungan senyawa volatil (VRS), dan aktivitas antioksidan.

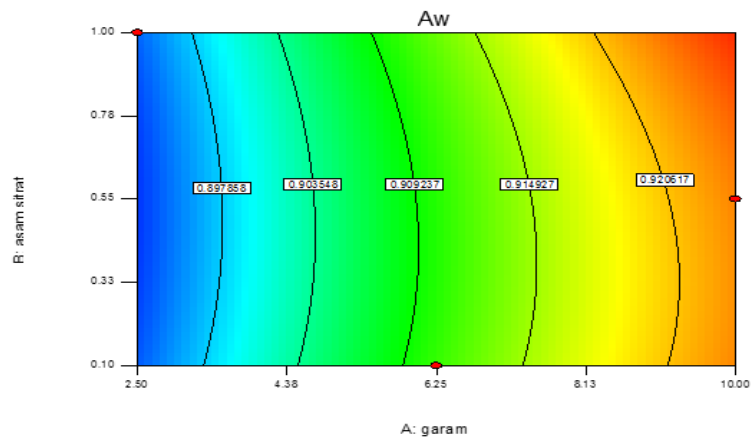
Kombinasi dan respon perlakuan dari penelitian ini terlihat pada Tabel 2. Seluruh data respon perlakuan diolah menggunakan *Design Expert 7.0* sehingga diperoleh analisis ragam (ANOVA) dan model matematika untuk setiap respon perlakuan, yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. ANOVA respon pada proses optimasi pengolahan bawang merah *in brine*

Table 3. The ANOVA response of shallot in brine process optimization

Respon/ Responses	ANOVA						
	Persamaan matematika/ <i>Mathematical equation</i>	Signifikansi model ($p < 0,05$)/ Model significance	Ketidak- tepatan model/ <i>Lack of fit</i> ($p > 0,05$)	Model R^2 d disesuaikan/ <i>Adj R^2</i> <i>model</i>	Model R^2 prediksi/ <i>Pred R^2</i> <i>model</i>	Standar deviasi/ <i>Standart Deviation</i>	Nilai rerata/ <i>Mean</i>
Aktivitas air (Aw)/ <i>Water activity (Aw)</i>	$Y = 0,91 + 0,051X_1 + 9,835E-4X_2 - 1,964E-3X_3 + 7,489E-4X_1X_2 + 6,098E-4X_1X_3 + 1,566E-6X_2X_3 - 2,736E-3X_1^2 + 1,597E-3X_2^2 - 3,791E-5X_3^2$	<0,0001	0,1130	0,988	0,9728	1,522 E-3	0,91
pH/ <i>pH</i>	$Y = 3,90 - 0,091X_1 - 0,49X_2 + 0,14X_3 + 0,18X_1X_2 + 0,022X_1X_3 - 0,042X_2X_3 - 0,05X_1^2 + 0,079X_2^2 - 0,11X_3^2$	0,0016	0,7961	0,767	0,5350	0,26	3,90
Chroma/ <i>Chroma</i>	$Y = 16,31 + 0,21X_1 + 2,75X_2 - 0,37X_3 - 0,2X_1X_2 - 0,45X_1X_3 + 0,82X_2X_3 - 0,30X_1^2 - 1,7X_2^2 + 0,67X_3^2$	0,0305	0,3372	0,547	-0,0002	2,17	14,87
TPT/ <i>TSS</i>	$Y = 9,34 + 2,97X_1 + 0,53X_2 + 0,36X_3 - 0,23X_1X_2 + 0,1X_1X_3 - 0,83X_2X_3 + 0,41X_1^2 + 0,16X_2^2 + 0,64X_3^2$	0,0011	0,4731	0,787	0,5316	1,44	10,23
Antosianin/ <i>Anthocyanin</i>	$Y = 16,52 - 0,45X_1 + 2,36X_2 - 0,44X_3 - 0,22X_1X_2 + 0,8X_1X_3 - 0,59X_2X_3 - 1,78X_1^2 + 2,08X_2^2 + 2,14X_3^2$	0,0405	0,6482	0,515	-0,046	2,04	18,26
VRS/ <i>VRS</i>	$Y = 79,03 + 1,26X_1 - 4,92X_2 - 0,26X_3 + 0,57X_1X_2 + 1,68X_1X_3 + 2,54X_2X_3 + 10,98X_1^2 - 16,89X_2^2 + 6,69X_3^2$	0,0306	0,2141	0,547	-0,020	6,09	79,29
Aktivitas antioksidan/ <i>Antioxidant activities</i>	$Y = 121,34 - 7,45X_1 + 6,57X_2 - 22,78X_3$	0,0325	0,4534	0,303	0,132	28,72	121,88

Keterangan/remaks : Y = respon/response, X1 = konsentrasi garam/salt concentration, X2 = konsentrasi asam sitrat/citric acid concentration, X3 = lama pemanasan/heating time.



Gambar 1. Grafik kontur dari variabel respon A_w terhadap pengaruh garam dan asam sitrat.

Figure 1. Contour graphs of the A_w response variable on the influence of salt and citric acid concentrations.

Aktivitas air (A_w)

Rentang nilai respon dari pengujian aktivitas air (A_w) adalah 0,89 – 0,93. Hasil analisis ragam ANOVA menunjukkan bahwa model yang dihasilkan signifikan, $Y = 0,91 + 0,051X_1 + 9,835E-4X_2 - 1,964E-3X_3 + 7,489E-4X_1X_2 + 6,098E-4X_1X_3 + 1,566E-6X_2X_3 - 2,736E-3X_1^2 + 1,597E-3X_2^2 - 3,791E-5X_3^2$, dengan nilai p -value $<0,05$ yakni $<0,0001$ (Tabel 2). Nilai ketidaktepatan model (*lack of fit*) yang dihasilkan tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa model matematika untuk aktivitas air (A_w) adalah model yang baik, karena menunjukkan kesesuaian data respon aktivitas air dengan model.

A_w berperan penting pada industri pangan, karena berkaitan erat dengan kadar air, pertumbuhan bakteri, jamur dan mikroba lainnya²⁴. Kadar air bahan pangan menunjukkan sejumlah molekul air bebas yang terdapat dalam bahan pangan, sedangkan A_w menunjukkan derajat ketersediaan air untuk dimanfaatkan oleh aktivitas mikroorganisme²⁵. Mikroorganisme menghendaki A_w minimum agar dapat tumbuh dengan baik. Makin tinggi A_w makin banyak bakteri yang dapat tumbuh, walaupun jamur tidak menyukai A_w yang tinggi²⁴. A_w juga berfungsi sebagai pengontrol laju dan jenis reaksi pada kerusakan bahan pangan.

Penambahan garam mempengaruhi aktivitas air (A_w) dikarenakan sifat garam yang dapat mengikat air dan menguapkan air secara cepat. Penambahan zat tertentu, seperti gula dan garam pada bahan pangan dapat menurunkan A_w suatu produk karena sebagian dari air yang ada menjadi tidak tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme²⁶.

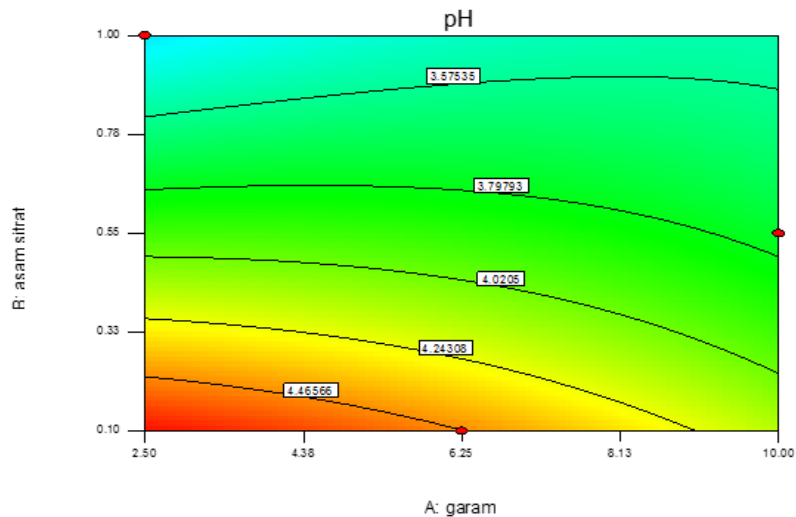
pH

Respon pH yang dihasilkan dari hasil pengujian kedua puluh formula bawang iris *in brine* berkisar antara 2,94 – 4,72. Menurut hasil analisis ragam ANOVA diperoleh model yang signifikan, $Y = 3,90 - 0,091X_1 - 0,49X_2 + 0,14X_3 + 0,18X_1X_2 + 0,022X_1X_3 - 0,042X_2X_3 - 0,05X_1^2 + 0,079X_2^2 + 0,11X_3^2$, dengan nilai p -value $<0,05$ yakni 0,0016 (Tabel 2). Nilai ketidaktepatan model diperoleh 0,7961 ($p>0,05$) yang menunjukkan adanya kesesuaian data respon dengan model. Hal ini berarti model matematika untuk pH cukup tepat untuk memprediksi nilai pH sebenarnya.

pH merupakan derajat keasaman suatu produk yang dinyatakan sebagai tingkat keasaman atau kebasaaan. Keasaman dinyatakan dengan konsentrasi Hidrogen yang terdapat dalam larutan. Konsentrasi ion Hidrogen (H^+) dapat diukur dalam larutan non-akuatik²⁷. Penambahan asam sitrat memberikan perbedaan pH pada produk bawang iris *in brine*. Semakin banyak penambahan asam sitrat, maka produk menjadi semakin asam ditunjukkan dengan pH yang semakin kecil. Hal ini disebabkan asam sitrat mampu menyumbangkan ion H^+ pada produk yang berasal dari 3 gugus karboksilnya²⁸. pH terendah terlihat pada penambahan asam sitrat 1% dan pH tertinggi pada penambahan asam sitrat 0,1%.

Chroma

Rentang nilai respon dari pengujian Chroma adalah 10,25 – 19,93. Menurut hasil analisis ragam ANOVA diperoleh model yang signifikan, $Y = 16,31 + 0,21X_1 + 2,75X_2 - 0,37X_3 - 0,2X_1X_2 - 0,45X_1X_3 + 0,82X_2X_3 - 0,30X_1^2 - 1,7X_2^2 + 0,67X_3^2$, dengan nilai p -value $<0,05$ yakni 0,0305 (Tabel 2). Nilai ketidaktepatan model (*lack of fit*) yang dihasilkan tidak signifikan, 0,3372 ($p>0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa model cukup baik untuk menggambarkan kondisi aktual respon dengan adanya kesesuaian data respon dengan model.

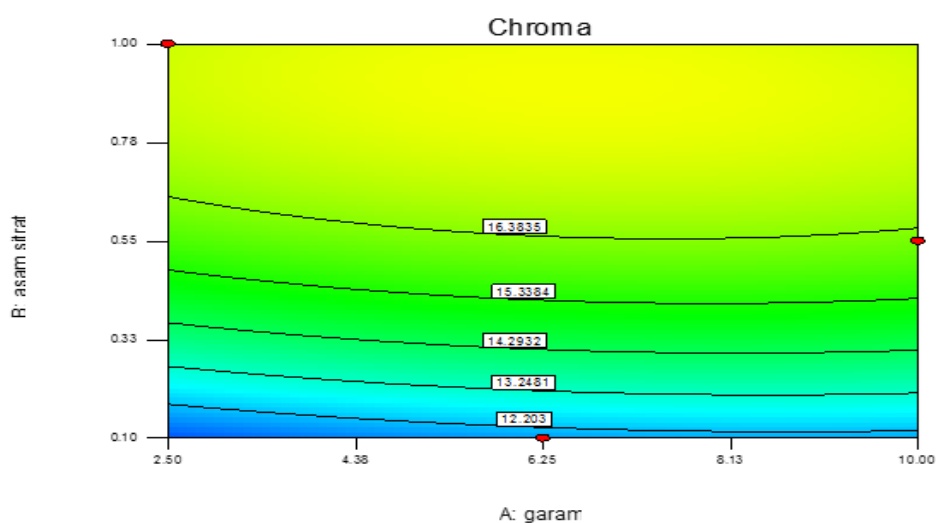


Gambar 2. Grafik kontur dari pH terhadap pengaruh garam dan asam sitrat.
Figure 2. Contour graph of pH on the influence of salt and citric acid concentrations.

Pengamatan warna dilakukan menggunakan Chromameter dengan merepresentasikan warna dalam nilai L, a, b. L menunjukkan tingkat kecerahan, a menunjukkan tingkat kemerahan hingga kehijauan, dan b menunjukkan kekuningan hingga kebiruan. Menurut Kadarani²⁹, produk bawang iris *in brine* yang baik adalah yang mendekati warna bahan mentahnya. Pada penelitian ini penambahan asam sitrat mempengaruhi warna produk. Semakin banyak asam sitrat yang ditambahkan warna bawang iris *in brine* semakin cerah, begitupun sebaliknya. Peran penting asam sitrat juga sebagai penghambat terjadinya pencoklatan enzimatis yang diakibatkan enzim PPO.

Total Padatan Terlarut (TPT)

Rentang nilai respon dari pengujian Total Padatan Terlarut (TPT) adalah 5,4 – 15,4. Menurut hasil analisis ragam ANOVA diperoleh model yang signifikan, $Y = 9,34 + 2,97X_1 + 0,53X_2 + 0,36X_3 - 0,23X_1X_2 + 0,1X_1X_3 - 0,83X_2X_3 + 0,41X_1^2 + 0,16X_2^2 + 0,64X_3^2$, dengan nilai p-value <0,05 yakni 0,0011 (Tabel 2). Nilai ketidaktepatan model (*lack of fit*) yang dihasilkan tidak signifikan, 0,4731 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa model matematika yang dihasilkan sesuai untuk menggambarkan respon yang dihasilkan.

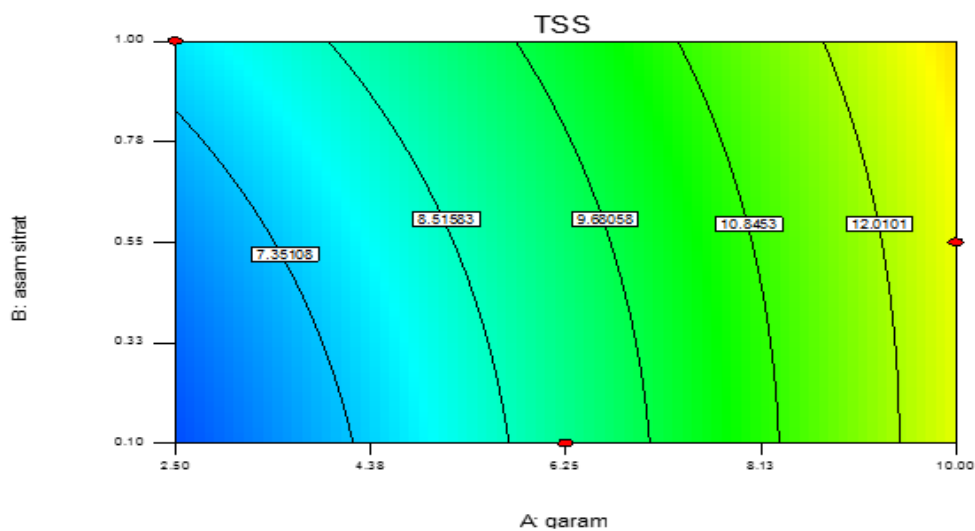


Gambar 3. Grafik kontur dari Chroma terhadap pengaruh garam dan asam sitrat.
Figure 3. Contour chart of Chroma on the effect of salt and citric acid concentrations.

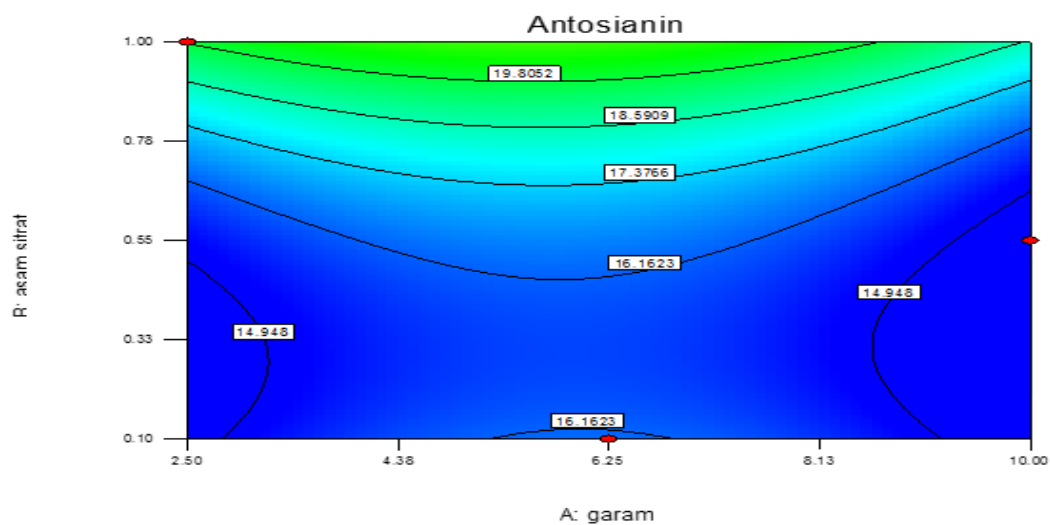
Pengukuran total padatan terlarut menunjukkan kandungan bahan-bahan yang terlarut dalam larutan menggunakan *hand refractometer* yang dinyatakan dalam °brix. Komponen yang terukur sebagai padatan terlarut terdiri atas asam (asam sitrat, asam malat, asam tartarat) dan gula. Total padatan terlarut pada suatu produk pangan cenderung mengalami perubahan akibat adanya proses pemanasan. Menurut Rakhmawati³⁰, semakin lama pemanasan nilai total padatan terlarut akan semakin meningkat. Hal ini karena terjadi penguapan selama proses pemanasan yang menyebabkan total padatan terlarut bahan berangsur-angsur meningkat.

Kandungan Antosianin

Rentang nilai respon dari pengujian kandungan antosianin adalah 15,16 – 25,73 ppm. Menurut hasil analisis ragam ANOVA diperoleh model yang signifikan, $Y = 16,52 - 0,45X_1 + 2,36X_2 - 0,44X_3 - 0,22X_1X_2 + 0,8X_1X_3 - 0,59X_2X_3 - 1,78X_1^2 + 2,08X_2^2 + 2,14X_3^2$, dengan nilai $p\text{-value} < 0,05$ yakni 0,0405 (Tabel 2). Nilai ketidaktepatan model (*lack of fit*) yang dihasilkan tidak signifikan, 0,6482 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian antara data respon dengan model matematikanya.



Gambar 4. Grafik kontur dari Total Padatan Terlarut (TPT) terhadap pengaruh asam sitrat dan garam.
Figure 4. Contour graph of Total Soluble Solid (TSS) on the influence of citric acid and salt concentrations.



Gambar 5. Grafik kontur dari kandungan antosianin terhadap pengaruh konsentrasi garam dan asam sitrat.
Figure 5. Contour graph of anthocyanin content on the influence of salt and citric acid concentrations.

Bawang merah mengandung senyawa antosianin berupa sianidin 3-glukosida³¹. Antosianin memiliki bentuk paling stabil saat berupa kation flavilium, yang terjadi pada sangat asam, yaitu antara pH 1 – 3³². Semakin tinggi pH akan berpengaruh pada menurunnya kandungan antosianin bawang merah, selaras dengan menurunnya kestabilan antosianin. Selain pH, proses pemanasan juga berpengaruh pada kadar antosianin. Semakin tinggi suhu dan lama pemanasan mengakibatkan semakin tinggi antosianin yang terdegradasi³³.

Kandungan Senyawa Volatil (VRS)

Rentang nilai respon dari pengujian VRS adalah 60,29 – 91,30. Menurut hasil analisis ragam ANOVA diperoleh model yang signifikan, $Y = 79,03 + 1,26X_1 - 4,92X_2 - 0,26X_3 + 0,57X_1X_2 + 1,68X_1X_3 + 2,54X_2X_3 + 10,98X_{12} - 16,89X_{22} + 6,69X_{32}$, dengan nilai p-value <0,05 yakni 0,0306 (Tabel 2). Nilai ketidaktepatan model (*lack of fit*) yang dihasilkan tidak signifikan, 0,2141 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa model matematika sesuai untuk menggambarkan respon.

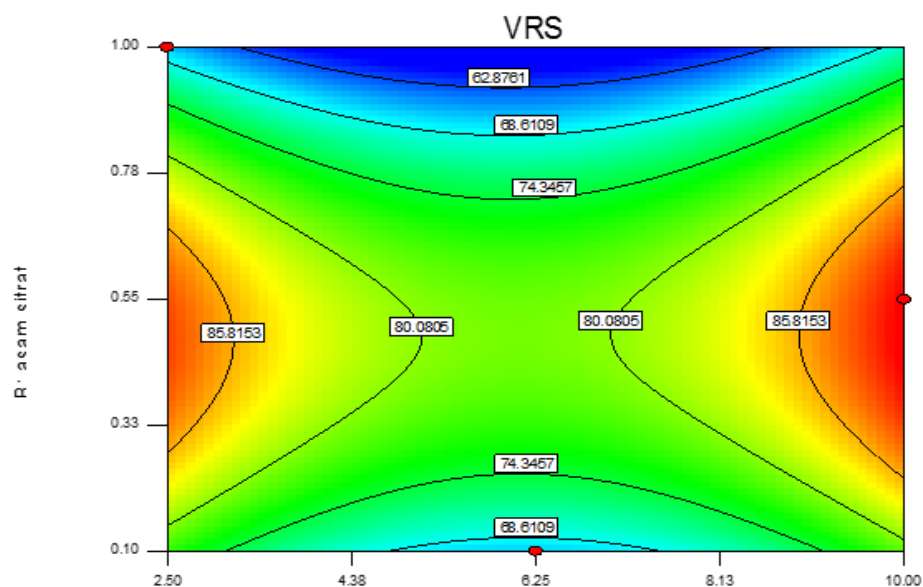
Senyawa volatil merupakan senyawa yang mudah menguap dan memberikan aroma yang khas dari suatu bahan. Bawang merah memiliki aroma dan *flavor* yang khas. Kandungan senyawa volatil bawang merah yang dinyatakan sebagai *volatile reducing substance* (VRS) menunjukkan bahwa sebagian besar komponen *flavor* bawang merah bersifat volatil. Salah satu komponen penyumbangnya adalah senyawa sulfur yang merupakan *prekursor flavor*. Ketersediaan air dalam umbi bawang

merah merupakan faktor penentu banyaknya kadar *flavor* selama penyimpanan. Semakin banyak kandungan air maka semakin berkurang kepekatan dari komponen *flavor* bawang merah³⁴.

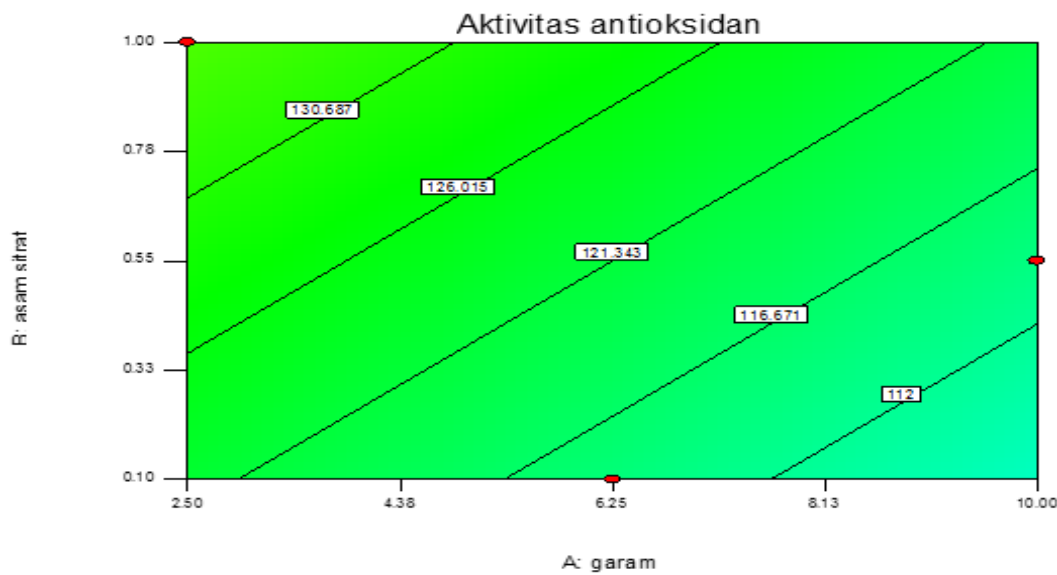
Aktivitas antioksidan

Rentang nilai respon dari pengujian aktivitas antioksidan adalah 73,46 – 181,29. Menurut hasil analisis ragam ANOVA diperoleh model yang signifikan, $Y = 121,34 - 7,45X_1 + 6,57X_2 - 22,78X_3$, dengan nilai p-value <0,05 yakni 0,0325 (Tabel 2). Nilai ketidaktepatan model (*lack of fit*) yang dihasilkan tidak signifikan, 0,4534 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian data respon dengan model matematika yang dihasilkan.

Salah satu kandungan bawang merah yang berperan sebagai antioksidan adalah vitamin C, yakni sebesar 7 mg/100 g. Komponen lain yang berperan sebagai antioksidan adalah flavonoid dan sulfur (tiosulfonat). Lu *et al.*³⁵ melaporkan bahwa komponen flavonoid berkorelasi positif dengan aktivitas antioksidannya. Komponen bioaktif yang lain adalah adanya ion Fe^{3+} pada umbi bawang merah, yang dilaporkan mampu menangkap ion radikal bebas. Penambahan asam sitrat dapat mengakibatkan penurunan aktivitas antioksidan dari bawang iris *in brine*. Merujuk penelitian Andarwulan *et al.*³⁶ bahwa pada peningkatan pH bahan akan melepaskan ion Hidrogen, salah satunya pelepasan ion Hidrogen oleh senyawa fenolik dari bahan.



Gambar 6. Gambar kontur dari kandungan senyawa volatil terhadap pengaruh konsentrasi garam dan asam sitrat
Figure 6. Contour image of volatile reducing substance (VRS) on the influence of salt and citric acid concentration.



Gambar 7. Gambar kontur dari aktivitas antioksidan terhadap pengaruh konsentrasi garam dan asam sitrat.
Figure 7. Contour image of antioxidant activity on the effect of salt and citric acid concentrations.

Selain itu, proses pemanasan cenderung menurunkan aktivitas antioksidan bawang merah. Proses pemanasan menghilangkan warna merah dari antosianin, dan meningkatkan warna coklat hasil degradasi dan polimerasi pigmen. Degradasi warna pada antosianin disebabkan oleh perubahan kation flavilium yang berwarna merah menjadi basa karbinol dan akhirnya menjadi kalkon yang tidak berwarna dan berakhir pada produk degradasi yang berwarna coklat³³.

Penurunan aktivitas antioksidan akibat proses pemanasan, diduga karena adanya perubahan senyawa antioksidan akibat proses pemanasan, yaitu antosianin dan senyawa fenol. Adanya perlakuan panas menyebabkan senyawa fenol termasuk antosianin terdekomposisi

sehingga mengalami penurunan kemampuannya sebagai senyawa antioksidan³⁷.

Optimasi penambahan garam, asam sitrat dan lama pemanasan

Tahap optimasi dilakukan menggunakan software *Design Expert 7.0* untuk mendapatkan formula yang optimal dari variabel respon yang dimasukkan (*Aw*, pH, *Chroma*, total padatan terlarut (*TPT*), kandungan antosianin, kandungan senyawa volatil (*VRS*), dan aktivitas antioksidan). Optimasi bertujuan untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan³⁸. Formula paling optimal adalah formula dengan nilai desirability maksimum dari kisaran 0 – 1,0.

Factor	Name	Level	Low Level	High Level	Std. Dev.	Coding
A	garam	2.50	2.50	10.00	0.000	Actual
B	asam sitrat	0.73	0.10	1.00	0.000	Actual
C	pemanasan	5.00	5.00	15.00	0.000	Actual

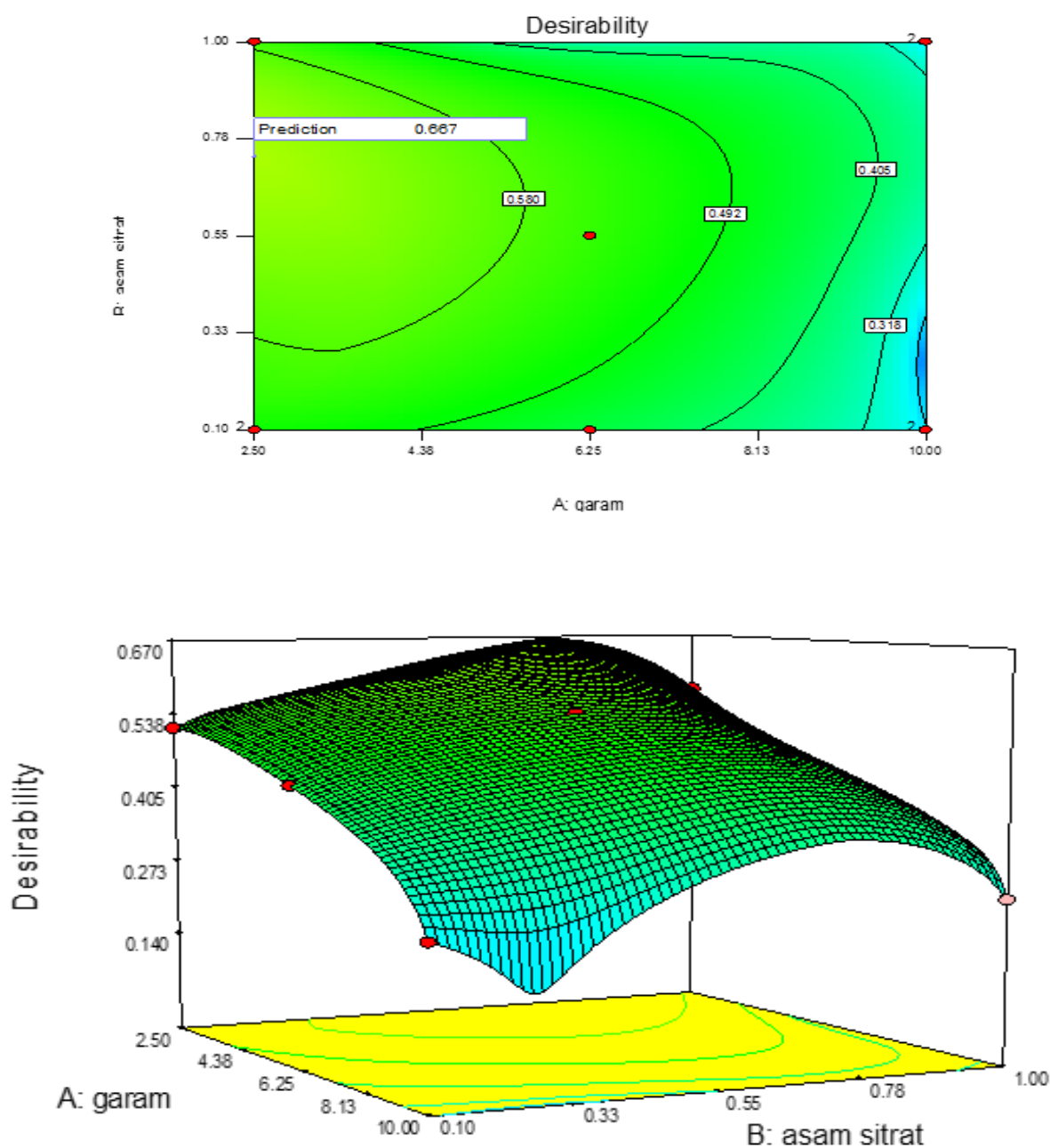
Response	Prediction	SE Mean	95% CI low	95% CI high	SE Pred	95% PI low	95% PI high
<i>Aw</i>	0.895073	1.333E-003	0.89	0.90	2.023E-003	0.89	0.90
Antosianin	20.2095	1.79	16.23	24.19	2.71	14.16	26.26
VRS	91.2947	5.33	79.42	103.17	8.09	73.26	109.33
Aktivitas antioks	154.248	13.00	126.70	181.80	31.53	87.42	221.08
<i>Chroma</i>	16.969	1.90	12.74	21.20	2.88	10.54	23.40
TPC	191.519	119.08	-73.80	456.84	180.77	-211.26	594.30
pH	3.46775	0.23	2.96	3.98	0.35	2.69	4.24
TSS	7.83918	1.26	5.03	10.65	1.92	3.57	12.11

Gambar 8. Angka prediksi untuk optimasi bawang merah iris *in brine* dengan RSM.
Figure 8. Point prediction of in brine shallot slices using RSM optimization.

Optimum proses untuk pembuatan bawang merah iris *in brine* dengan RSM tercapai pada konsentrasi garam 2,5%, asam sitrat 0,73%, dan lama pemanasan 5 menit, dengan nilai desirability sebesar 0,667 seperti terlihat pada Gambar 9. Bawang merah iris *in brine* yang dihasilkan memiliki nilai Aw 0,895; Chroma 16,97; pH 3,47; total padatan terlarut 7,84°Brix; kandungan antosianin 20,21 ppm; senyawa volatil 91,30 ppm, dan aktivitas antioksidan 154,25 ppm.

KESIMPULAN

Optimum proses untuk pembuatan bawang merah iris *in brine* dengan RSM tercapai pada konsentrasi garam 2,5%, asam sitrat 0,73%, dan lama pemanasan 5 menit. Bawang merah iris *in brine* yang dihasilkan memiliki nilai Aw 0,895; Chroma 16,97; pH 3,47; total padatan terlarut (TPT) 7,84°Brix; dengan kandungan antosianin 20,21 ppm; kandungan senyawa volatil (VRS) 91,30 ppm, dan aktivitas antioksidan 154,25 ppm.



Gambar 9.(a). Plot kontur dan (b) respon permukaan pada optimasi pembuatan bawang merah iris *in brine* menggunakan RSM.

Figure 9.(a) Contour plot and (b) response surface plot of the processing optimization of in brine shallot slices using RSM.

DAFTAR PUSTAKA

1. BPS. Pedoman pendataan survei sosial ekonomi tahun 2011. Jakarta: Badan Pusat Statistik; 2011.
2. Soininen TH, Jukarainen N, Julkunen-Tiitto R, Karjalainen R, Vepsäläinen JJ. The combined use of constrained total-line-shape 1H NMR and LC-MS/MS for quantitative analysis of bioactive components in yellow onion. *J. Food Compos. Anal.* 2012; 25(2): 208 – 214.
3. Soininen TH, Jukarainen N, Auriola SOK, Julkunen-Tiitto R, Karjalainen R, Vepsäläinen JJ. Quantitative metabolite profiling of edible onion species by NMR and HPLC-MS. *Food Chem.* 2014; 165: 499 – 505.
4. Beesk N, Perner H, Schwarz D, George E, Kroh LW, Rohn S. Distribution of quercetin-3,4'-O-diglucoside, quercetin-4'-O-monoglucoside, and quercetin in different parts of the onion bulb (*Allium cepa* L.) influenced by genotype. *Food Chem.* 2010; 122(3): 566 – 571.
5. Lu X, Wang J, Al-Qadiri HM, Ross CF, Powers JR, Tang J, Rasco BA. Determination of total phenolic content and antioxidant capacity of onion (*Allium cepa*) and shallot (*Allium oschaninii*) using infrared spectroscopy. *Food Chem.* 2011; 129(2): 637 – 644.
6. Hartono, Muthiadin C, Ayu AI. Pengaruh ekstrak senyawa inulin dari bawang merah (*Allium cepa* Linn.) terhadap pertumbuhan bakteri probiotik *Lactobacillus acidophilus*. *J. Bionature.* 2013; 14 (1): 61 – 69.
7. Lee EJ, Patil BS, Yoo KS. Antioxidants of 15 onions with white, yellow, and red colors, and their relationship with pungency, anthocyanin and quercetin. *LWT – Food Sci. Tech.* 2015; 63(1): 108 – 114.
8. Raeisi S, Sharifi-Rad M, Quek SY, Shabanpour B, Sharifi-Rad J. Evaluation of antioxidant and antimicrobial effects of shallot (*Allium ascalonicum* L.) fruit and ajwain (*Trachyspermum ammi* S.) seed extract in semi-fried coated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets for shelf-life extension. *LWT – Food Sci. Tech.* 2016; 65: 112 – 121.
9. Sari MU, Hartono R, Hakim L. Sifat antirayap ekstrak kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) [Skripsi]. Medan: Fakultas Pertanian USU; 2012.
10. Hamazu Y, Nosaka T, Ito F, Suzuki T, Torisu S, Hashida M, Fukusawa A, Ohguchi M, Yamanaka M. Physicochemical characteristics of rapidly dried onion powder and its anti-atherogenic effect on rats fed high-fat diet. *Food Chem.* 2011; 129(3): 810 – 815.
11. Wongsap P, Chaiwarit J, Zamaludien A. In vitro screening of phenolic compounds, potential inhibition against α -amylase and α -glucosidase of culinary herbs in Thailand. *Food Chem.* 2012; 131(3): 964 – 971.
12. Mutia AK, Purwanto YA, Pujantoro L. Perubahan kualitas bawang merah selama penyimpanan pada tingkat kadar air dan suhu yang berbeda. *J. Pascapanen.* 2014; 11(2): 108 – 115.
13. Murad, Sukarjo, Rahardjo YP. Pengaruh pengemasan vakum dan non vakum terhadap perubahan mutu kimia dan sifat organoleptik bawang goreng selama penyimpanan. *Agroteksos.* 2010; 20(2): 125 – 130.
14. Djali M, Rachmat R. Perubahan karakteristik umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) akibat proses curing selama penyimpanan. *J. Pascapanen.* 2013; 10(1) : 48 – 57.
15. Irama D, Anggraini WRS, Hendrarsakti J. Instore drying method utilization in shallot drying using geothermal energy. *Proceeding World Geothermal Congress*, 19-25 April 2015; Australia. Melbourne: 2015. p.1 – 5.
16. Anisa N, Rostiati, Kadir S. Mutu bawang goreng dari bawang merah Lembah Palu. *E-J. Agrotekbis.* 2013; 1(1): 37 – 43.
17. Ningsih DCW, Kassa S, Howara D. Analisa nilai tambah bawang merah lokal Palu menjadi bawang goreng di Kota Palu. *E-J. Agrotekbis.* 2013; 1(4): 353 – 360.
18. Srimadani W. Optimasi bahan pengisi dan penstabil terhadap antioksidasi fisikokimia dan organoleptik tepung bawang merah (*Allium ascalonicum* L) [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB; 2014.
19. Setyadjit, Sukasih E. Effect of addition of filler on the production of shallot (*Allium cepa ascalonicum* L) powder with drum dryer. *Procedia Food Science.* 2015; 3: 396 – 408.
20. Sukasih E, Setyadjit. Pengaruh perendaman asam askorbat dan natrium bisulfit pada dua varietas bawang merah (*Allium ascalonicum* L) terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik tepungnya. *Agritech.* 2016; 36(3): 270 – 278.
21. AOAC [Association of Official Analytical Chemist]. *Official Methods of Analysis*. Washington DC: The Association of Official Analysis Chemist Inc.; 2005.
22. Hongyan L, Deng Z, Zhu H, Hu C, Liu R, Young JC, Tsao R. Highly pigmented vegetables: anthocyanin compositions and their role in antioxidant activities. *Food Res. Int.* 2012; 46(1): 250 – 259.
23. Zhang S, Deng P, Xu Y, Lu S, Wang J. Quantification and analysis of anthocyanins and flavonoids compositions and antioxidant activities in onions with three different colors. *J. Integrative Agriculture.* 2016; 15(9): 2175 – 2181.
24. Herawati H. Penentuan umur simpan pada produk pangan. *J. Litbang Pertanian.* 2008; 27(4): 124 – 130.
25. Sanger G. Oksidasi lemak ikan tongkol asap yang direndam dengan larutan ekstrak daun sirih. *Pacifik J.* 2010; 2(5): 870 – 873.
26. Purwanto RO, Argo BD, Hermanto MB. Pengaruh komposisi sirup glukosa dan variasi suhu pengeringan terhadap sifat fisiko-kimia dan inderawi dodol rumput laut (*Eucheuma spinosium*). *J. Bioproses Komoditas Tropis.* 2013; 1(1): 1 – 12.
27. Triyono A. Mempelajari pengaruh penambahan beberapa asam pada proses isolasi protein terhadap tepung protein isolat kacang hijau. *Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan*

- Proses, 4 -5 Agustus 2010. Semarang; C-10 : 1 – 10.
28. Wiyono R. Studi pembuatan serbuk effervescent temulawak, kajian suhu pengering, konsentrasi dekstrin, konsentrasi asam sitrat dan Na-bikarbonat. *Teknologi Pangan*. 2017; 56 – 85.
 29. Kadarani DK. Optimasi perendaman Natrium Bisulfit dan asam askorbat pada proses pembuatan Tepung Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB; 2014.
 30. Rakhmawati R, Yuniarta. Pengaruh proporsi buah: air dan lama pemanasan terhadap aktivitas antioksidan sari buah kedondong (*Sondias dulcis*). *J. Pangan dan Agroindustri*. 2015; 3(4): 1682 – 1693.
 31. Rodrigues AS, Perez-Gregorio MR, GarciaFalcon MS, SimalGandara J, Almeida DPF. Effect of meteorological conditions on antioxidant flavonoids in Portuguese cultivars of white and red onion. *Food Chem*. 2011; 124(1): 303 – 308.
 32. Yudiono K. Ekstraksi antosianin dari ubijalar ungu (*Ipomoea batatas* cv. Ayamurasaki) dengan teknik ekstraksi subcritical water. *J. Teknologi Pangan*. 2011; 2(1): 1 – 30.
 33. Fathinatullabibah, Kawiji, Khasanah LU. Stabilitas antosianin ekstrak daun jati terhadap perlakuan pH dan suhu. *J. Aplikasi Teknologi*. 2014; 3(2): 60 – 63.
 34. Mutia AK, Purwanto YA, Pujantoro L. Perubahan kualitas bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) selama penyimpanan pada tingkat kadar air dan suhu yang berbeda. *J. Pascapanen*. 2014; 11(2): 108 – 115.
 35. Lu X, Qadiri AHM, Ross CF, Powers JR, Tang JT, Rasco BA. Determination of total phenolic content and antioxidant capacity of onion (*Allium cepa*) and shallot (*Allium oscaninii*) using infrared spectroscopy. *Food Chem*. 2011; 129(2): 637 – 644.
 36. Andarwulan N, Batari R, Sandrasari DA, Bolling B, Wijaya H. Flavonoid content and antioxidant activity of vegetables from Indonesia. *Food Chem*. 2010; 121(4): 1231 – 1235.
 37. Estiasih T, Sofia E. Stabilitas antioksidan bubuk keluwak (*Pangirum Eduk*) selama pengeringan dan pemasakan. *J. Teknologi Pertanian*. 2009; 10(2): 115 – 122.
 38. Raissi S, Farzani RE. Statistical process optimization throught multi-response surface methodology. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2009: 267 – 271.