

OPTIMASI PRODUKSI BAWANG MERAH UTUH (*ALLIUM ASCALONICUM* L) IN BRINE

Risfaheri¹, Aisyah Ayu Handayani², dan Setyadjit¹

¹ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian,
Jl. Tentara Pelajar No.12, Cimanggu, Bogor 16122, Indonesia.
Pascapanen@yahoo.com

²Fakultas MIPA, Universitas Pakuan
pascapanen@yahoo.com

(Diterima 12-04-2018, Disetujui 27-06-2018)

ABSTRAK

Bawang merah utuh *in brine* adalah bawang merah segar yang diawetkan dalam larutan garam, asam atau keduanya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi NaCl, asam sitrat, serta waktu pasteurisasi yang optimum dalam proses pembuatan bawang merah utuh *in brine*. Optimasi ini dilakukan dengan metode *Response Surface Methodology* (RSM), didapatkan 18 variasi konsentrasi NaCl, asam sitrat, dan lama pemanasan yang kemudian dihasilkan satu formula proses optimum. Parameter respon analisis meliputi aktivitas antioksidan metode DPPH, total antosianin, kecerahan warna, kadar keasaman (pH), angka lempeng total (ALT), aktivitas air (Aw), *volatile substances* dan total padatan terlarut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan 10% NaCl, 1% asam sitrat, dan lama pemanasan 20 menit merupakan formula yang optimum.. Dengan perlakuan tersebut bawang merah utuh *in brine* memiliki pH 3,38, aktivitas air 1,0, TPT 15,4 °Brix, ALT 45,45 x 10² CFU/g, *chroma chromatic* 15.9, aktivitas antioksidan 191,841 ppm dengan persentase inhibisi 66.905%, total antosianin 23.83 ppm, dan *volatil Substance* 4701 ppm.

Kata Kunci : bawang utuh *in brine*, asam sitrat, natrium klorida, *response surface methodology*, anti oksidan, antosianin

ABSTRACT

Risfaheri, Aisyah A. Andayani, Setyadjit. 2018. Optimization of Producing Whole Shallot (*Allium ascalonicum* L) in Brine.

The whole shallot in brine is fresh shallot preserved in a salt solution. The purpose of this research was to determine the optimum concentration of NaCl, citric acid and time of pasteurisation to get the optimum product, This optimization was done using Response Surface Methodology (RSM) DX7 tool programme. DX7 formulated 18 variation of NaCl, citric acid, time of pasteurization, after processing data one optimum formula was obtained. Parameters measured were antioxidant as DPPH, anthocyanin content, color, pH, total plate count, water activity and total soluble solid. The results showed that the addition of 10% salt, 1% citric acid, and 20 minutes of heating time was the optimal formula,. With this treatment the whole shallot in brine has a pH value of 3.38, a water activity of 1.0 TPT 15.4 ° Brix, ALT 45.45 x 10² CFU / g, Chromameter (chromatic) 15.9, antioxidant activity 191.841 ppm with 66.905% inhibition percentage, 23.83 ppm anthocyanin and VS 4701

Keywords: whole shallot in brine, citric acid, sodium chloride, response surface methodology, antioxidant, anthocyanin

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas yang terutama digunakan sebagai bumbu masakan, selain sebagai bahan baku obat tradisional. Bawang merah dapat diproduksi di dalam negeri, namun pasokan bawang merah tidak selalu seimbang sehingga selalu terjadi fluktuasi harga. Harga bawang merah kadang sangat tinggi mencapai Rp. 80 000,- per kg, kadang turun hingga Rp. 5 000,- per kg dibawah harga pulang pokok petani bawang, sehingga memicu terjadinya inflasi di Indonesia (komunikasi personal).

Kementerian Pertanian memilih bawang merah menjadi salah satu komoditas strategis yang dikembangkan secara nasional. Selain agar pasokan bawang merah nasional bisa terjaga, bila memungkinkan juga bisa ekspor bila ada surplus produksi. Salah satu cara untuk menjaga pasokan bawang adalah mengintroduksi produk olahan bawang yang awet, sehingga dapat digunakan untuk memasak pada saat harga bawang merah segar (komunikasi personal).

Bawang merah utuh *in brine* merupakan suatu kreasi dan inovasi olahan bawang merah. Kombinasi formula yakni konsentrasi NaCl dan asam sitrat serta suhu pemanasan merupakan hal yang mempengaruhi kualitas produk olahan hortikultura¹. Bahkan umur simpannya ditentukan oleh dosis panas yang merupakan nilai suhu dan waktu merupakan penentu untuk keamanan dan umur simpan².

Menurut Abd-Elhad³ dalam olahan pangan asam sitrat berguna untuk mencegah pencoklatan, mempertahankan vitamin C dan antosianin. Sedangkan menurut Hoppu *et al*⁴ garam dapur atau NaCl berfungsi menurunkan air bebas, mempegaruhi rasa, meningkatkan aroma, *mouthfeel*, *lubricate*, *volatile*, serta parameter sensori lainnya.

Produk bawang merah utuh *in brine* belum memiliki formula garam dan asam sitrat dan proses panas yang optimal. Tujuan penelitian ini untuk optimasi konsentrasi NaCl, asam sitrat, serta waktu pasteurisasi dalam proses pembuatan bawang merah utuh *in brine* menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dari bulan September sampai Desember 2016 bertempat di Laboratorium Pengolahan, Laboratorium Kimia, dan Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bawang merah varietas Bima dari Brebes, Jawa Tengah dengan umur panen 55 hari dari tanam. Bahan kimia yang digunakan meliputi natrium klorida (NaCl) teknis, asam sitrat, kalsium klorida (CaCl₂) teknis, HCl¹ M, buffer pH 7, buffer pH 4, alkohol, aquades, media Plate Count Agar (PCA) (Oxoid, Oxoid Ltd, England), asam askorbat, metanol (Merck KGaA, Germany), n-heksana (Merck KGaA, Germany), pereaksi 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil (DPPH) (Sigma Aldrich, Germany)².

Alat yang digunakan untuk pembuatan bawang merah utuh *in brine* adalah timbangan digital, pisau, nampan, kompor, stopwatch, pengaduk, sendok, plastik, alat sealer, dan pengukus. Alat yang digunakan untuk analisis adalah neraca analitik, gelas ukur 100 ml, erlenmeyer 50 ml, tabung reaksi, autoclaf, pipet tetes, pipet volumetrik 1 ml, 5 ml, dan 10 ml, mikro pipet, corong, GC (Gas Chromatography), spektrofotometer UV-Vis, chromameter, refraktometer, vortex mixer, tabung reaksi, pH meter, cawan petri, Aw-meter, dan labu ukur.

Metode

Proses Pembuatan Bawang Utuh In Brine

Bawang merah utuh segar ditimbang sebanyak ± 7 kg, kemudian dilakukan pengupasan kulit bawang dan bawang yang telah dikupas kulitnya dicuci hingga bersih kemudian direndam dengan CaCl₂ 1%(b/b) untuk memperkuat tekstur dan mencegah reaksi pencoklatan non enzimatis selama ± 30 menit. Bawang yang telah direndam dengan CaCl₂ ditimbang sebanyak 100 g lalu dimasukkan kedalam plastik kemasan. Ke dalam kemasan berisi bawang dimasukkan campuran larutan NaCl dan asam sitrat sesuai Tabel 1, yang sudah dididihkan sebelumnya kedalam plastik kemasan Polypropylene (PP) 0,1 mm kemudian ditutup dengan menggunakan sealer lalu dikukus. Produk yang sudah dikukus kemudian ditutup kembali dengan sealer agar tidak terjadi kebocoran yang dapat membuat rusaknya bawang merah, selanjutnya dianalisis.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM), dengan 3 variabel bebas, yaitu konsentrasi natrium klorida (NaCl), konsentrasi asam sitrat, dan lama pemanasan. Konsentrasi NaCl berkisar 2,50% - 10,00% , asam sitrat berkisar antara 0,1% - 1,0%, dan lama pemanasan

Tabel 1. Formula perlakuan dari DX7

Table 1. Formula of treatments from DX7

Formula/ <i>Formula</i>	Faktor / <i>Factor 1</i> NaCl/ <i>NaCl</i> (%)	Faktor/ <i>Factor 2</i> Asam sitrat/ <i>Citric acid</i> (%)	Faktor/ <i>Factor 3</i> Lama pemanasan/ <i>Heating time</i> (mins)
F1	8,13	0,33	12,50
F2	2,50	1,00	20,00
F3	2,50	1,00	5,00
F4	10,00	1,00	20,00
F5	2,50	0,10	5,00
F6	6,25	0,55	5,00
F7	6,25	0,10	20,00
F8	10,00	0,10	5,00
F9	2,50	1,00	5,00
F10	2,50	0,10	20,00
F11	2,50	1,00	20,00
F12	10,00	1,00	5,00
F13	6,25	1,00	12,50
F14	2,50	0,10	5,00
F15	10,00	0,55	20,00
F16	10,00	0,10	20,00
F17	2,50	0,55	12,50
F18	10,00	1,00	5,00

antara 5 hingga 20 menit. Formula yang dihasilkan dari kombinasi rancangan ketiga perlakuan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis yang dilakukan meliputi nilai aktivitas air (Aw-meter), pH (SNI-06-6989-11-2004)⁵, nilai total padatan terlarut (SNI-06-6989-27-2005)⁶, angka lempeng total (ALT) (SNI-01-2332-3-2006)⁷, aktivitas antioksidan⁸, antosianin, warna (Chromameter) dinyatakan dalam chromametric $(2a+2b) \times 1/2$, dan Volatile Substances (Metode GC). Pada analisis metode GC, sampel ditimbang sebanyak 2 g, dimasukkan dalam tabung reaksi, ditambahkan 5 ml n-hexana, dibiarkan 1 malam sebelum diinjeksikan ke dalam GC. Luas area dipresentasikan, semakin besar luas area peak maka semakin besar nilai *volatile substance* nya.

Data yang diperoleh dari uji fisik, kimia, dan mikrobiologi di analisis menggunakan program *Response Surface Methodology* (RSM) Design Expert 7.0® versi trial. Analisis dilakukan setelah input data hasil respon telah dilakukan. Analisis ANOVA dapat dilakukan untuk melihat perbedaan nyata yang terdapat pada masing-masing variabel respon selang kepercayaan 95%. Variabel respon yang dihasilkan memiliki perbedaan nyata dapat digunakan sebagai model prediksi dalam tahap optimasi sedangkan variabel yang tidak berbeda nyata tidak

menjadi variabel utama dalam optimasi. Hasil analisis ragam akan menyatakan variabel respon memiliki nilai yang berbeda nyata jika pada selang kepercayaan 95%, nilai P lebih kecil dari $\alpha=0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan secara visual bawang merah utuh *in brine* terlihat bahwa penambahan asam sitrat dapat mempengaruhi perubahan warna pada bawang merah ketika dilakukan proses pengukusan. Semakin tinggi konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan maka warna yang dihasilkan memiliki warna merah keunguan yang semakin nyata, semakin rendah konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan warna merah pada produk kurang nyata bahkan cenderung kecoklatan.

Konsentrasi NaCl yang ditambahkan pada proses pembuatan bawang merah utuh *in brine* sesuai dengan ketentuan BPOM No 36 tahun 2013¹⁰, sedangkan konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan pada pembuatan bawang merah *in brine* sesuai dengan ketentuan BPOM No 8 tahun 2013.

Data secara umum disajikan pada Tabel 2.

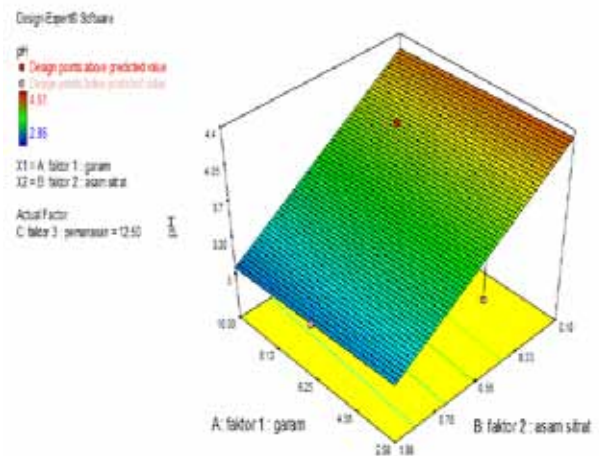
Tabel 2. Hasil uji Kualitas fisik, mikrobiologi, dan kimia produk bawang merah utuh *in brine*.

Table 2. Results of analyses of physical, microbiological, and chemical properties of whole shallot in brine

Kode/ Code	Sifat Fisik dan Mikrobiologi//Physical and Microbiological properties					Sifat Kimia//Chemical properties		
	pH/pH	Aw/Aw	TPT/TSS (°Brix)	ALT/TPC (CFU/g)	Warna/Color (Chromametric)	Anti Oksidan/ Anti oxidant (ppm)	Antosianin/ Anthocyanin (ppm)	Kandungan Volatil/Volatile Substance
F1	3,99	1,000	15,2	10,45 x 10 ²	10,5	51,447	26,55	7239
F2	3,11	1,000	16,6	47,27 x 10 ²	14,67	66,628	25,65	4793
F3	3,10	1,000	12,8	34,09 x 10 ²	18,1	51,198	27,83	8670
F4	3,38	1,000	15,4	45,45 x 10 ²	15,9	66,905	23,83	4701
F5	4,29	0,980	14,2	2,73 x 10 ²	9,8	70,558	25,51	5295
F6	3,60	0,995	16,4	139,09 x 10 ²	2,8	54,793	26,06	7976
F7	4,51	0,965	14,8	15 x 10 ²	7,3	73,027	23,86	4770
F8	4,11	0,975	15,4	1,82 x 10 ²	8,7	74,927	23,17	8543
F9	3,01	0,950	12,2	20,91 x 10 ²	11,5	77,981	36,67	5084
F10	4,48	1,000	11,8	3,64 x 10 ²	6,3	74,255	25,87	4480
F11	3,37	1,000	17,4	11,82 x 10 ²	14,3	67,782	35,42	13719
F12	3,10	0,989	16,2	6,36 x 10 ²	15,8	66,219	34,46	9026
F13	3,08	1,000	13,8	23,18 x 10 ²	17,3	69,886	28,31	5900
F14	4,41	0,960	12,4	16,82 x 10 ²	5,6	69,302	22,46	10006
F15	3,57	1,000	12,6	9,55 x 10 ²	7,6	64,641	24,06	7041
F16	4,29	0,973	17,0	3,18 x 10 ²	5,2	61,002	23,09	4215
F17	3,34	1,000	13,2	3,64 x 10 ²	11,4	57,189	31,10	7672
F18	2,85	0,969	16,4	2,27 x 10 ²	13,3	67,694	28,21	10389

a. Analisis pH

Berdasarkan hasil pengujian analisis pH, rentang nilai respon yang didapatkan berkisar 2,85 – 4,51. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang dihasilkan signifikan dengan p-value “Prob>F” lebih kecil dari 0,05 (0,0001) dan untuk lack of fit diperoleh p-value “Prob<F” = 0,3652 berarti *lack of fit not significant*. Menurut Keshani¹¹, nilai *lack of fit* yang tidak signifikan merupakan syarat untuk model yang baik karena menunjukkan adanya kesesuaian data respon rendemen dengan model. Respon permukaan yang disajikan dalam bentuk tiga dimensi pada Grafik 1. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon pH. Warna biru menunjukkan nilai respon kadar pH terendah yaitu 2,85%, sampai warna merah yang menunjukkan nilai respon kadar pH tertinggi yaitu 4,51%. Nilai respon pH bawang merah *in brine* tertinggi yaitu pada formula 7 dengan penambahan garam NaCl 6,25%, asam sitrat 0,10%, dan lama pemanasan 20 menit, sedangkan nilai respon pH terendah yaitu pada Formula 18 dengan penambahan garam NaCl 10%, asam sitrat 1%, dan lama pemanasan 5 menit.

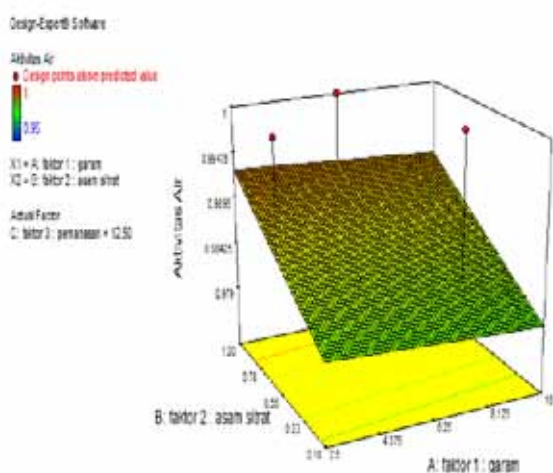


Grafik 1. Hasil optimasi variabel respon pH
Graph 1. Result of optimization response variable pH

Penambahan asam sitrat sangat efektif pada proses pembuatan bawang merah utuh in brine, asam sitrat dapat menurunkan kadar asam pada bawang merah utuh in brine sehingga dapat memperlambat terjadinya kerusakan serta menonaktifkan enzim PPO (polifenol oksidase) pada produk pangan¹². Semakin banyak konsentrasi asam sitrat yang ditambahkan maka kadar pH pada bawang merah in brine semakin rendah.

b. Aktivitas Air

Berdasarkan hasil pengujian analisis aktivitas air, rentang nilai respon yang didapatkan berkisar 0,950 – 1,000. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak signifikan dengan p-value “Prob>F” lebih kecil dari 0,05 (0,2345) dan untuk lack of fit diperoleh p-value “Prob<F” = 0,8414 berarti *lack of fit not significant*. Nilai respon Aw terendah yaitu pada Formula 9 dengan penambahan garam NaCl 2,50%, asam sitrat 1%, dan lama pemanasan 5 menit dengan nilai 0,95. Sedangkan nilai respon Aw tertinggi yaitu 1,00 yang diperoleh pada beberapa sampel.



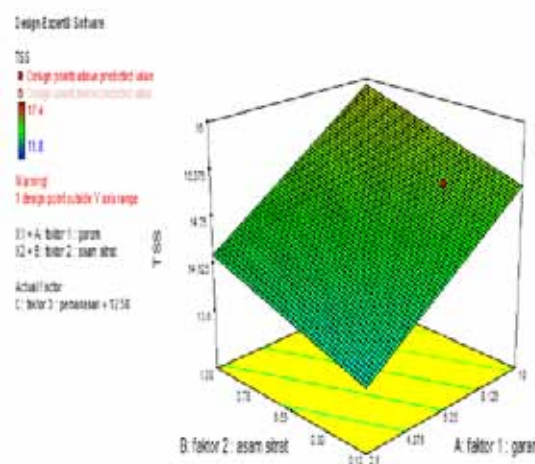
Grafik 2. Hasil optimasi variabel respon aktivitas air
Graph 2. Result of optimization response variable water Activity

Nilai Aw yang tinggi dapat mendorong pertumbuhan mikroba lebih cepat dan mempengaruhi mutu dari bawang merah utuh in brine. Tinggi rendahnya nilai Aw pada penelitian ini dapat disebabkan karena formulasi penambahan garam NaCl dan asam sitrat yang berbeda-beda. Semakin tinggi garam yang ditambahkan maka nilai Aw menjadi rendah. Hal ini dikarenakan garam bersifat penyerap air dan menguapkannya dengan cepat sehingga makanan yang ditambahkan garam dalam konsentrasi tinggi akan sangat berkurang kadar airnya¹³.

Asam sitrat juga berpengaruh terhadap Aw, karena asam sitrat berbentuk kristal anhidrat yang bebas air atau berupa monohidrat yang mengandung satu molekul air. Semakin tinggi asam sitrat yang ditambahkan dapat meningkatkan nilai Aw dan semakin rendah asam sitrat yang ditambahkan akan menurunkan nilai Aw.

c. Analisis Total Padatan Terlarut (TPT)

Berdasarkan hasil pengujian analisis TPT, rentang nilai dari respon yang didapatkan berkisar 11,8 – 17,4. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang dihasilkan signifikan dengan p-value “Prob>F” lebih kecil dari 0,05 (0,0414) dan untuk lack of fit diperoleh p-value “Prob<F” = 0,2756 berarti lack of fit not significant. Respon permukaan yang disajikan dalam bentuk tiga dimensi pada Grafik 3. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon TPT. Warna biru menunjukkan nilai respon kadar pH terendah yaitu 11,8%, sampai warna merah yang menunjukkan nilai respon kadar pH tertinggi yaitu 17,4%. Nilai respon TPT bawang merah in brine tertinggi yaitu pada formula 11 dengan penambahan garam NaCl 2,50%, asam sitrat 1,00%, dan lama pemanasan 20 menit, sedangkan nilai respon TPT terendah yaitu pada formula 9 dengan penambahan garam NaCl 0,25%, asam sitrat 1,00%, dan lama pemanasan 5 menit.

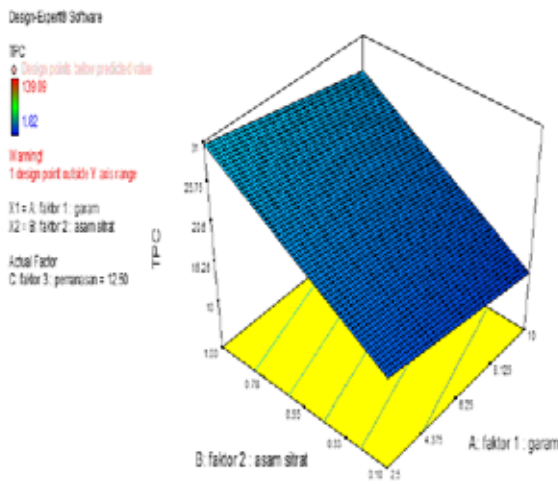


Grafik 3. Hasil optimasi variabel respon TPT
Graph 3. Result of optimization variable response of TSS

°Brix merupakan jumlah zat padatan yang larut dalam 100 g sampel. Lama pemanasan pada saat proses pembuatan bawang merah utuh in brine dapat mempengaruhi naik-turunnya nilai total padatan terlarut. Semakin lama pemanasan maka nilai °Brix yang didapatkan semakin tinggi dan semakin pendek waktu pemanasan maka nilai brix akan semakin rendah¹⁴.

d. Angka Lempeng Total (ALT)

Berdasarkan hasil pengujian analisis ALT, rentan nilai dari respon yang didapatkan berkisar $1,82 \times 10^2$ CFU/g – $1,39 \times 10^4$ CFU/g. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang dihasilkan signifikan dengan p-value “Prob>F” lebih kecil dari 0,05 (0,0315) dan untuk *lack of fit* diperoleh p-value “Prob<F” = 0,8117 berarti *lack of fit not significant*. Respon permukaan yang disajikan dalam bentuk tiga dimensi pada gambar 4. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon ALT. Nilai respon ALT bawang merah *in brine* tertinggi yaitu pada formula 6 dengan penambahan garam NaCl 6,25%, asam sitrat 0,55%, dan lama pemanasan 5 menit, sedangkan nilai respon ALT terendah yaitu pada Formula 8 dengan penambahan garam NaCl 10%, asam sitrat 0,10%, dan lama pemanasan 5 menit. Artinya pemanasan bisa sedikit waktunya asalkan kadar garamnya tinggi.



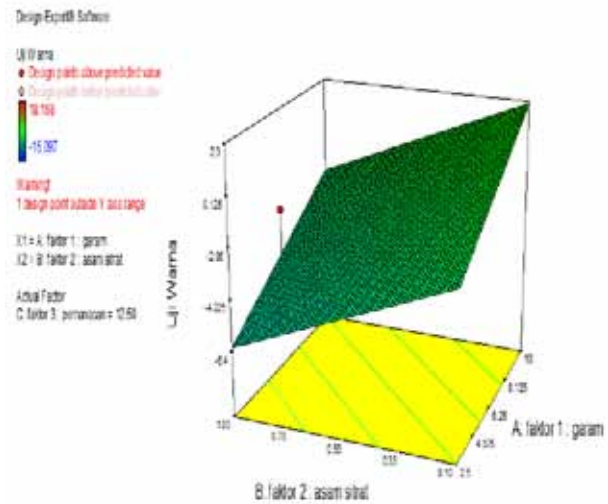
Grafik 4. Hasil optimasi variabel respon ALT

Graph 4. Result of optimization variable response of TPC

Persyaratan suatu bahan makanan yang baik dan layak dikonsumsi ditinjau dari kandungan mikroorganisme apabila total mikroorganisme sekitar $1,05 \times 10^2$ CFU/g sampai $1,06 \times 10^4$ CFU/g sedangkan bahan makanan yang tidak layak dikonsumsi apabila total bakterinya $1,08 \times 10^4$ CFU/g (Brown, 1992)¹⁵. Hasil angka lempeng total pada produk bawang merah utuh *in brine* terbesar adalah $1,39 \times 10^4$ CFU/g yaitu pada Formula 6, sedangkan hasil angka lempeng total terendah adalah $1,82 \times 10^2$ CFU/g yaitu pada Formula 8. Artinya walau pemanasan sebentar kalau kadar garamnya tinggi angka lempeng totalnya rendah.

e. Warna

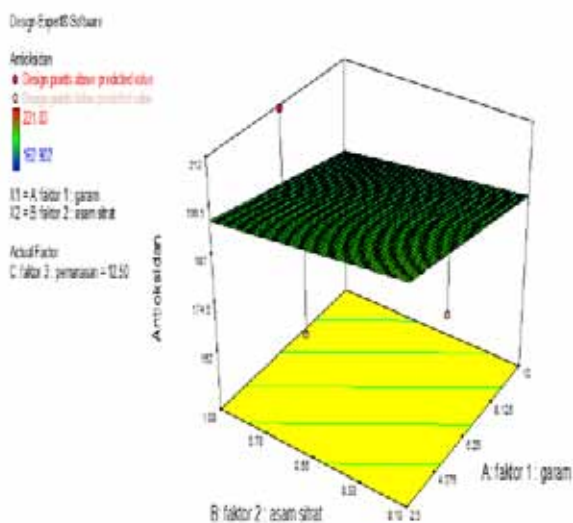
Berdasarkan hasil pengujian analisis warna, rentan nilai dari respon yang didapatkan berkisar 5,237 – 21,8. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak signifikan dengan p-value “Prob>F” lebih besar dari 0,05 (0,0036) dan untuk *lack of fit* diperoleh p-value “Prob<F” = 0,4003 berarti *lack of fit not significant*. Respon permukaan yang disajikan dalam bentuk tiga dimensi pada Grafik 5. Nilai respon chromameter bawang merah *in brine* tertinggi yaitu pada formula 6 dengan penambahan garam NaCl 6,25%, asam sitrat 0,55%, dan lama pemanasan 5 menit, sedangkan nilai respon chromameter terendah yaitu pada formula 16 dengan penambahan garam NaCl 10,0%, asam sitrat 0,1%, dan lama pemanasan 20 menit. Kepekatan warna bisa menurun akibat perlakuan panas selama processing serta penyimpanan¹⁶.



Grafik 5. Hasil Optimasi Variabel Respon Warna
Graph 5. Result of optimization response variable color

f. Aktivitas Antioksidan

Rentang nilai dari respon anti oksidan berkisar antara 162,90 ppm – 231,03 ppm. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak signifikan dengan p-value “Prob>F” lebih besar dari 0,05 (0,7290) dan untuk *lack of fit* diperoleh p-value “Prob<F” = 0,8097 berarti *lack of fit not significant*. Respon permukaan yang disajikan dalam bentuk tiga dimensi pada Gambar 6. Nilai respon kadar antioksidan terendah yaitu 162,90 ppm pada Formula 1 dengan penambahan garam NaCl 8,13%, asam sitrat 0,33%, serta lama pemanasan 12,50 menit. sedangkan nilai respon kadar antioksidan tertinggi yaitu 231,03 ppm pada Formula 9 dengan penambahan garam NaCl 2,50%, asam sitrat 1%, dan lama pemanasan 5 menit.



Grafik 6. Hasil optimasi variabel respon antioksidan
 Graph 6. Result of optimization response variable antioxidant

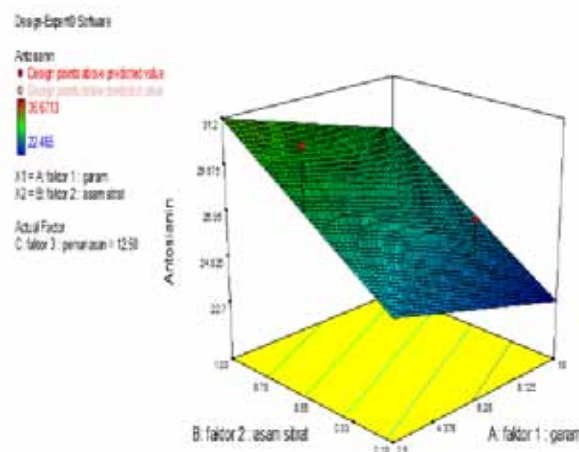
Penambahan asam sitrat yang tinggi dapat menurunkan konsentrasi aktivitas antioksidan. Berdasarkan penelitian Andarwulan¹⁷ meningkatnya pH maka konsentrasi ion hidrogen yang terkandung dalam sampel menurun sehingga terjadi pelepasan ion hidrogen oleh senyawa fenolik (antioksidan) pada sampel, dimana semakin meningkatnya pH maka aktivitas antioksidan semakin meningkat.

Semakin rendah nilai IC50, maka akan semakin baik aktivitas antioksidan dari sampel hasil pengujian. Menurut Sumarny¹⁸ Besarnya aktivitas penangkap radikal bebas dinyatakan dengan IC50 yaitu besarnya konsentrasi larutan uji yang mampu menurunkan 50% absorbansi DPPH dibandingkan dengan larutan blanko. Radikal DPPH adalah radikal bebas yang stabil yang menerima sebuah elektron untuk diubah menjadi molekul diamagnetik. DPPH merupakan radikal bebas yang stabil dengan absorbansi maksimal pada panjang gelombang 515 nm – 517 nm. Persentase inhibisi radikal bebas pada produk bawang merah utuh in brine tertinggi pada perlakuan penambahan garam NaCl 2,50%, asam sitrat 1%, dan lama pemanasan 5 menit yaitu sebesar 77,96%.

g. Total Antosianin

Berdasarkan hasil pengujian antosianin, rentang nilai dari respon yang didapatkan berkisar 22,46 ppm – 36,67 ppm. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang dihasilkan signifikan dengan p-value “Prob>F” lebih kecil dari 0,05 (0,0199) dan untuk *lack of fit* diperoleh p-value “Prob<F” = 0,9843 berarti *lack of fit not significant*. Menurut Keshani¹¹, nilai *lack of fit* yang

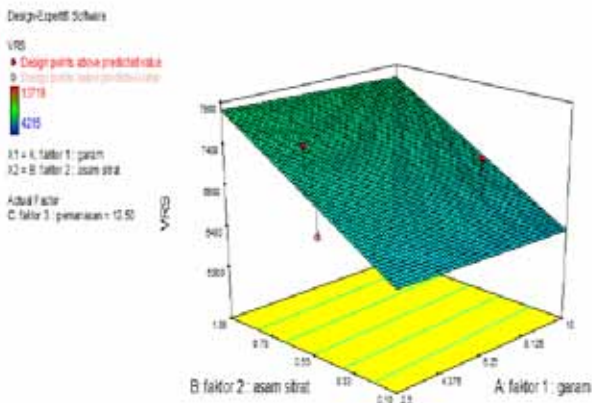
tidak signifikan merupakan syarat untuk model yang baik karena menunjukkan adanya kesesuaian data respon rendemen dengan model. Respon permukaan yang disajikan dalam bentuk tiga dimensi pada Grafik 7. Nilai respon antosianin bawang merah in brine tertinggi yaitu pada formula 9 dengan penambahan garam NaCl 2,50%, asam sitrat 1%, dan lama pemanasan 5 menit, sedangkan nilai respon antosianin terendah yaitu pada Formula 14 dengan penambahan garam NaCl 2,50%, asam sitrat 0,1%, dan lama pemanasan 5 menit. Pemanasan dapat menurunkan kandungan antosianin.¹⁹



Grafik 7. Hasil optimasi variabel respon antosianin
 Graph 7. Result of optimization response variable Anthocyanin total

g. Volatile Substances

Berdasarkan hasil pengujian analisis VS, rentang nilai dari respon yang didapatkan berkisar 4215 – 13719 ppm. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa model yang dihasilkan tidak signifikan dengan p-value “Prob>F” lebih besar dari 0,05 (0,4200) dan untuk *lack of fit* diperoleh p-value “Prob<F” = 0,9706 berarti *lack of fit not significant*. Nilai *lack of fit* yang tidak signifikan merupakan syarat untuk model yang baik karena menunjukkan adanya kesesuaian data respon rendemen dengan model. Respon permukaan yang disajikan dalam bentuk tiga dimensi pada Grafik 9. Perbedaan warna yang terdapat pada grafik menunjukkan nilai respon VS. Nilai respon VS bawang merah in brine tertinggi yaitu pada Formula 16 dengan penambahan garam NaCl 10%, asam sitrat 0,10%, dan lama pemanasan 20 menit, sedangkan nilai respon pH terendah yaitu pada Formula 14 dengan penambahan garam NaCl 2,50%, asam sitrat 0,10%, dan lama pemanasan 5 menit.



Grafik 8. Hasil optimasi variabel respon VS
Graph 8. Result of optimization response variable VS

Kadar VS yang didapatkan dari hasil pengujian Formula 16 memiliki nilai tertinggi yaitu 13719, sedangkan nilai terendah pada Formula 14 dengan nilai 4215 ppm. Rendahnya kadar VS dapat disebabkan karena tingginya nilai Aw atau aktivitas air yang dapat menyebabkan aroma pada sampel berkurang. Menurut Faustana²⁰, faktor lain yang menyebabkan kadar VRS berkurang adalah pengolahan yang dilakukan terhadap bahan. Proses penghancuran bawang merah *in brine* sebelum pengujian juga dapat mengurangi kandungan volatil.

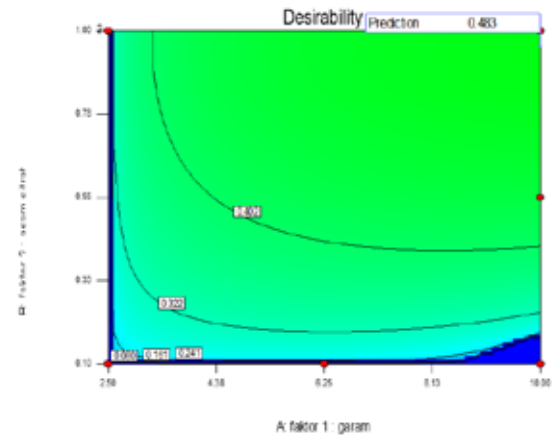
h. Pemilihan Formula Terbaik oleh DX7

Pemilihan Hasil optimasi dari 18 formula yang dirancang dan diolah menggunakan RSM) menghasilkan variabel respon yang diinginkan. RSM merupakan metode analisis regresi yang digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon berdasarkan variabel eksperimental terkontrol²¹. Formula yang menempati posisi tertinggi yang disarankan oleh RSM adalah formula dengan penambahan NaCl 10%, asam sitrat 1%, dan lama pemanasan 20 menit, dapat dilihat pada Tabel 3.

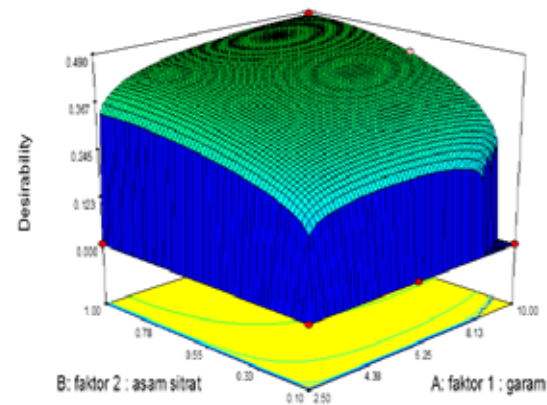
Optimasi formula pada bagian Point Prediction terdapat formula yang disarankan program Design Expert 7.0® yang menyesuaikan sesuai kriteria yang dimasukkan dan desirability. Formula dengan tingkat desirability tertinggi akan menempati posisi teratas dari berbagai saran yang ditawarkan. Semakin tinggi tingkat desirability, maka hasil respon akan semakin mendekati nilai yang diprediksi²².

Nilai *desirability* merupakan nilai fungsi tujuan optimasi yang menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi kriteria yang ditetapkan pada produk akhir. Kisaran nilainya dari 0 sampai 1,0. Semakin mendekati angka 1,0 nilai *desirability* maka menunjukkan

kemampuan program untuk menghasilkan produk yang dikehendaki sempurna. Tujuan optimasi bukan untuk memperoleh nilai *desirability*, namun untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan²³.



Grafik 9. Contour plot nilai desirability formula optimum
Graph 9. Contour plot of desirability of optimum formula



Grafik 10. Grafik tiga dimensi nilai desirability formula optimum
Graph 10. Three D graph of desirability of optimum formula

Formula yang menempati posisi tertinggi yang disarankan RSM adalah formula dengan penambahan garam NaCl 10%, asam sitrat 1%, dan lama pemanasan 20 menit dengan nilai *desirability* 0,483. Berdasarkan hasil optimasi dengan RSM diperoleh formula 4 yang paling optimal. Hal ini dibuktikan dengan dihasilkannya nilai aktual dari 8 parameter yang diujikan mendekati nilai prediksi. Perlakuan ini memiliki nilai pH 3,38,

aktivitas air 1, TPT 15,4 °Brix, ALT 4,54 x 10³ CFU/g, warna 15,85, aktivitas antioksidan 191 841 ppm, total antosianin 23.83 ppm, dan VS 4701 ppm.

i. Formula Alternatif Pasca DX7

Selain dari parameter fisik, kimia dan mikrobiologi, maka kualitas produk bawang merah utuh in brine dapat dibedakan menjadi beberapa jenis kualitas yakni kualitas berdasarkan permintaan konsumen yang ditentukan oleh rasa asam dan manis dan ditentukan oleh dosis asam sitrat dan garam dan ini biasanya ditentukan oleh panelis. Selain itu juga ditentukan oleh warna, kandungan volatil serta TPT. Kualitas yang kedua adalah berdasar pada potensi umur simpan yakni pH, AW dan ALT. Sedangkan kualitas yang ketiga berdasar pada kandungan bioaktif pada produk yakni kandungan antosianin, antioksidan, dan *Volatile Substances*.

Menilik dari kualitas dari permintaan konsumen maka dosis asam sitrat dan garam bisa diturunkan asalkan tidak menurunkan parameter kualitas yang dikendaki. Karena dalam hal ini DX7 hanya membuat batas tertinggi sesuai dengan rancangan Box Behken yakni ada di Formula 4. Bila kita lihat formula 14 dengan penambahan asam sitrat 0,1%, garam 2,5 %; maka nilai warna, TPT dan VS nya adalah pada nilai yang lebih

ekstrim, TPT di level terendah, sedangkan VS nya adalah sangat besar dibandingkan dengan F4. Maka pemilihan berdasarkan kualitas organoleptik kemungkinan tidak pada F14, akan tetapi bisa dengan meningkatkan sedikit lagi konsentrasi asam sitrat dan garamnya hingga mendekati dengan nilai yang kita inginkan, tetapi dibawah dari nilai optimum menurut DX7. Garam dapur (NaCl) memang akhir akhir ini banyak mendapatkan perhatian untuk mengurangi kgangungannya dalam masakan^{4,24,25}; sedangkan asam sitrat bila terlalu dapat mempengaruhi rasa. Namun demikian karena bawang iris ini digunakan sebagai bumbu dalam masakan, maka konsentrasi dalam masakan diharapkan rendah.

Untuk potensi umur simpan maka formula yang optimum adalah F4. Namun demikian dengan melihat pada pH, Aw dan ALT, maka dengan pemilihan perlakuan dengan asam sitrat tertinggi, garam terendah serta pasteurisasi terendah seperti F3 memiliki pH yang rendah, AW yang rendah, dengan ALT yang agak tinggi. Demikian juga bila dilihat formula 16 maka kandungan garam yang cukup tinggi, asam sitrat minimum, dengan pasteurisasi minimum, memiliki pH yang masih dibawah ambang batas (pH 4,5), ALT yang rendah, serta AW yang rendah. Kemungkinan besar F16 memiliki umur simpan yang lebih lama.

Tabel 3, Nilai prediksi respon dari formula optimal

Table 3, Prediction value of response from optimum formula

Variabel Respon /Response Variable	Prediksi (selang kepercayaan 95%)/Prediction Value			
	Nilai Prediksi/ Prediction Value	Se Mean	(CI) minimal	(CI) maksimal
pH/pH	3,20822	0,083	3,03	3,93
Aktivitas air/Water Activity	0,998378	0,03	0,98	1,02
TPT/TSS (°Brix)	16,1867	0,90	14,26	18,11
ALT/TPC (CFU/g)	21,9304	17,68	- 15,99	59,85
Warna Hue/ Color Hue	-2,913	4,98	- 13,59	7,76
Antioksidan/Antioxidant (ppm)	189,482	10,05	167,92	211,04
Antosianin/Antocyanin	27,5377	1,75	23,79	31,28
VS/VS	6778,37	1313,71	3960,76	9595,99

Untuk kualitas yang ketiga yang berdasarkan bioaktif yang antosianin, yang juga merupakan sumber antioksidan selain itu adalah kandungan organoklorin. Antosianin untuk hasil hortikultura mendapatkan perhatian yang paling tinggi dari para peneliti yakni Wang²⁶, stabilitas antioksidan pada blueberry; Rodrigues²⁷, Tocmo²⁸; pengaruh iklim pada kandungan antosianin pada bawang bombay. Kandungan oraganochlorin juga dipengaruhi oleh teknik prosesing²⁹. Bila menilik kandungan antosianin, dan antioksidan maka yang paling rendah asam sitrat dan garamnya tidak banyak mempengaruhi kandungan antosianin.

KESIMPULAN

1. Formula optimum, pada proses pembuatan bawang merah utuh (*Allium ascalonicum* L) in brine varietas Bima adalah dengan penambahan garam (NaCl) 10%, asam sitrat 1%, dan lama pemanasan 20 menit (Formula 4).
2. Karakteristik bawang merah utuh in brine dengan formula optimum tersebut sebagai berikut : nilai pH 3,38, aktivitas air 1, TPT 15,4 °Brix, ALT 4,54 x 103 CFU/g, warna 15,9, aktivitas antioksidan 191,84 ppm dengan persentase inhibisi 66,90%, antosianin 23,83 ppm, dan VS 4701 ppm.

ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih kepada Ibu Eka Herlina dari FMIPA, Universitas Pakuan, Bogor atas saran perbaikan naskah ini. Kegiatan ini didanai oleh DIPA BB Pascapanen tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hubbermann EM, Heins A, Stockmann H, Schwarz Influence of acids, salt, sugars and hydrocolloids on the colour stability of anthocyanin rich black currant and elderberry concentrates. 2006. Eur. Food. Res. Technol. 223; 83-90.
2. Sukasih E, Setyadjit. Uji ketahanan dan kecukupan panas terhadap inaktivasi populasi mikroba pada pasteurisasi sari murni jeruk siam. 2006. J Pasca 3(2); 77-82.
3. Abd-Elhady M, Effect of citric acid, calcium lactate and low temperature prefreezing treatment on the quality of frozen strawberry. 2014. Annals of Agric. Sci. 59(1); 69-75.
4. Hoppu U, Hopia A, Pohjanheimo T, Rotola-Pukkila M, Mäkinen S, Pihlanto A, Sandell M. Effect of salt reduction on consumer acceptance and sensory quality of food. 2017. Foods 103; 1-12.
5. Badan Standar Nasional. Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter, (SNI-06-6989-11-2004). 2004. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
6. Badan Standar Nasional. Cara Uji Kadar Total Padatan Terlarut. (SNI-06-6989-27-2005). 2005. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
7. Badan Standar Nasional. Cara Uji Mikrobiologi-Bagian 3: Penentuan Angka Lempeng Total (ALT), (SNI-01-2332,3-2006). 2006. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
8. Takaya Y, Kondo Y, Furukawa T, Niwa M. Antioxidant constituents of Radish Sprout (Kaiware-daikon), Raphanus sativus L, 2003. JAFC 51; 8061-8066.
9. Setyadjit, Sukasih E, Risfaheri. Product diversification of banana cv, kirana off grade by using a double rotating screw extruder. 2017. IOP Conference series. Earth and Environmental Science. 102; 1-8.
10. Badan Pengawasan Obat dan Makanan, Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambah Pangan Garam Pengemulsi. 2013. Badan POM, Jakarta.
11. Keshani S, Chuah AL, Nourouzi MM, Russly A,R, and Jamilah B. Optimization of Concentration Process on Pamel Fruit Juice Using Response Surface Methodology (RSM). 2010. Jurnal Tropical Agriculture and Food Science Vol 37(1); 43-51.
12. Hussein MA, El-Gizawy AM, El-Bassiouny REI and Saleh MA. Browning inhibition mechanisms by cysteine, ascorbic acid and citric acid, and identifying PPO-catechol-cysteine reaction products. 2017. J Food Sci Technol 52(6); 3651-3659.
13. Grummer J, Schoenfuss TC. Determining salt concentrations for equivalent water activity in reduced-sodium cheese by use of a model system. 2011. J Dairy Sci. 94(9); 4360-5.
14. Petruzzi L, Campaniello D, Speranza B, Corbo MR, Sinigaglia M, and Bevilacqua A. Thermal treatments for fruit and vegetable juices and beverages, a literature overview. 2017. Comprehensive Review in Food Science and Food Technology; Vol1(1):1-668-691.
15. Brown Tinjauan Literatur Daging. Pusat Dokumentasi Ilmu Ilmiah Nasional 1992. LIPI. Jakarta.
16. Rizzolo A, Cortellino G. Ricotta cheese whey-fruit-based beverages: pasteurization effects on antioxidant composition and color. 2017. Beverages 3(15); 1-16.
17. Andarwulan N, Batari R, Sandrasari DA, Bolling B, Wijaya H. Flavonoid Content and Antioxidant activity of vegetables from Indonesia. 2010. J Food Chem 121; 1231-1235.
18. Sumarny R, Sofiah S, Nurhidayati L, Fatimah. Antioxidant activity of mangosteen (*Garcinia mangostana* L) fruit rind extract in oral solution dosage form. 2014. Proceeding International Symposium on Medicinal Plants and Traditional Medicine. 1-7.

19. Poiana M-A, Alexa E and Mateescu C. Tracking antioxidant properties and color changes in low-sugar bilberry jam as effect of processing, storage and pectin concentration. 2012. Chemistry Central Journal 6(4); 1-11.
20. Faustina FC, Santoso F. Extraction of fruit peels of *Pometia pinnata* and its antioxidant and antimicrobial activities. 2014. J. Pascapenen 11(2); 80-88.
21. Meilgaard MC, Civelle GV, Carr BT. Sensory Evaluation Technogues 2007. 4thEdition, Boca Raton (USA), CRC Press.
22. Visita BF, Putri WDR. Pengaruh penambahan bubuk mawar merah (*Rosa damascene* Mill) pada dengan jenis bahan pengisi pada cookies. 2014. J Pangan dan Agroindustri 2(1); 39-46.
23. Raizzi RS, Marzani RS, Farzani RE. 2009. Statistical Process Optimization Through Multi-Response Surface Methodology. World Academy of Science, Engineering and Technology. 2009. Pp. 267-271.
24. Kloss L, Meyer JD, Graeve , Vetter W. Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union — A review. 2015. NFS Journal 1; 9-19.
25. Antúnez L, Giménez A, Ares G. A consumer-based approach to salt reduction: Case study with bread. 2016. Food Research International 90; 66-72.
26. Wang BC, He R, Li ZM. The stability and antioxidant activity of anthocyanins from Blueberry. 2010. Food Technol. Biotechnol. 48 (1); 42-49.
27. Rodrigues AS, Pérez-Gregorio MR, García-Falcón MS, Simal-Gándara J, Almeida DPF. Effect of meteorological conditions on antioxidant flavonoids in Portuguese cultivars of white and red onions. 2011. Food Chemistry 12; 303-308.
28. Tocmo R, Li Y, Huang D. Effect of processing conditions on the organosulfides of shallot (*Allium cepa* L. Aggregatum Group). 2014. Journal of Agricultural and Food Chemistry 1; 1-10.
29. Permatasari NA, Yuliasih I, Suryani, A. Proses pembuatan pasta bawang merah (*Allium cepa* var. Agregatum) dan penentuan umur simpannya dalam kemasan gelas. 2017. J. Tek. Ind. Pert. 27(2); 200-208.