



Optimasi komposisi belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan gula terhadap karakteristik fisikokimia selai

Juanda^{1*}, Raida Agustina², Sri Hartuti²

¹Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

²Teknik Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

Article history

Diterima:

13 September 2022

Diperbaiki:

11 November 2022

Disetujui:

1 Desember 2022

Keyword

Averrhoa Bilimbi;

Jam;

Response Surface

Methodology;

Vitamin C;

Moisture Content

ABSTRACT

Bilimbi is a plant with many benefits. One of the product diversifications made from the bilimbi is a jam. Making bilimbi jam by mixing fruit fiber and sugar and then cooking it for 5 minutes. Nowadays, fruit jams with various flavor variants are liked by people from various circles, so the bilimbi jam has an excellent opportunity to be developed. This study aimed to determine the effect of the number of ingredients and the amount of sugar on the physicochemical properties of bilimbi jam, and, to determine the optimal composition of raw materials using response surface methodology (RSM). Optimization using response surface methodology is able to get the best treatment combination effectively. The analysis of the physicochemical properties of bilimbi jam included pH, total dissolved solids, water content, vitamin C, greasing power, chroma color, and hue. The raw material composition for making bilimbi jam is the amount of bilimbi (X_1) of 659 g and the amount of sugar (X_2) of 137 g. The predicted response value for pH (Y_1) is 3.2, TPT (Y_2) is 16.01, vitamin C (Y_3) is 20 mg/100 g, moisture content (Y_4) is 30 %, oil power (Y_5) is 9.51 cm, color chroma (Y_6) of 48.86, and hue (Y_7) of 78.17.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : juanda@unsyiah.ac.id

DOI 10.21107/agrointek.v17i3.16886

PENDAHULUAN

Belimbing wuluh termasuk tanaman yang berbuah banyak sepanjang tahun dan bersifat mudah rusak sehingga cepat mengalami kerusakan setelah pemetikan ataupun pemanenan. Buah belimbing wuluh mengandung berbagai mineral yaitu natrium, kalium, kalsium, phosphor, magnesium, besi, tembaga, seng, dan mangan (Bhaskar dan Shantaram 2013). Buah belimbing wuluh mengandung banyak Vitamin C dan antioksidan tinggi yang berguna sebagai penambah daya tahan tubuh dan perlindungan terhadap berbagai penyakit (Ferreira *et al.* 2022; Aryantini *et al.* 2017; Fahrunnida and Pratiwi 2015; Yanti and Saputri 2019; Ikram *et al.* 2009).

Selai adalah salah satu produk olahan buah-buahan. Selai memiliki rasa enak yang berasal dari buah-buahan, mengandung komponen gizi yang baik dan mempunyai umur simpan yang panjang (Fauzi and Palupi 2020). Selai buah banyak disukai berbagai golongan masyarakat, sehingga pembuatan selai ini mempunyai prospek pengembangan yang baik (Insan *et al.* 2019).

Proses pembuatan selai mulai dari proses penghancuran buah, penambahan gula dan asam, penambahan pengental, dan pemanasan. Pembuatan selai belimbing wuluh merupakan upaya diversifikasi pangan dan pemanfaatan bahan lokal. Penambahan gula dalam proses pembuatan selai bertujuan untuk memperoleh tekstur, penampakan, dan *flavor* yang baik. Asam dan gula mampu memengaruhi konsistensi yang memiliki hubungan dengan daya oles selai. Dalam hal ini, gula dan asam berpengaruh dalam pembentukan gel.

Permasalahan yang banyak terjadi pada pembuatan selai adalah bagaimana menentukan besarnya konsentrasi dan komposisi jumlah bahan untuk menghasilkan selai belimbing wuluh yang memiliki karakteristik fisikokimia yang baik. RSM (*response surface methodology*) adalah metode matematika dan statistik yang baik untuk merancang, membangun model eksperimen, dan mengevaluasi masing-masing variabel serta menentukan kondisi optimal respon penelitian. Banyak peneliti menggunakan metode RSM untuk menentukan pengaruh tiap faktor dan interaksi antar faktor serta membuat proses optimasi menjadi lebih efektif (Djauhari 2018). Penentuan titik optimum menggunakan metode RSM dengan

CCD, memerlukan daerah percobaan yang berada di sekitar titik tengah (Yusa Ali *et al.* 2014).

Penggunaan metode RSM untuk mengetahui hubungan dan pengaruh faktor perlakuan terhadap respon (Hartuti *et al.* 2020), serta mampu menggambarkan hubungan dan pengaruh antara faktor perlakuan dan respon dalam plot kontur dan *surface* secara tiga dimensi. Harapannya metode RSM mampu membantu peneliti untuk menentukan kondisi optimum (Putranto *et al.* 2022) suatu kondisi proses pembuatan produk selai belimbing wuluh. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi optimum, mengetahui pengaruh, hubungan dan interaksi jumlah bahan baku belimbing wuluh, dan jumlah gula pada proses pembuatan selai terhadap karakteristik fisikokimia, antara lain: pH, total padatan terlarut, kadar air, vitamin C, warna *chroma* dan *hue*, serta daya oles selai belimbing wuluh.

METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan seperti: belimbing wuluh, gula pasir, dan garam, roti, akuades, larutan I₂ 0,01 N, dan amilum 1 %. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan berbagai peralatan antara lain: timbangan analitik, baskom, *chopper*, pisau, wajan, kompor gas, spatula, talenan, sendok, wadah plastik, pH meter, refraktometer, erlenmeyer, labu takar, gelas kimia, pipet tetes, gelas ukur, buret, corong, kertas saring, *hot plate*, cawan porselin, oven, desikator, penjepit, penggaris, statif dan klem, foto *box*, dan aplikasi *color analysis*.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi bahan baku pembuatan selai belimbing wuluh yang terbaik dari kualitas fisiko-kimia selai belimbing wuluh. Tahap persiapan sampel dengan melakukan pencucian dan sortasi belimbing wuluh dengan tingkat kematangan seragam. Selanjutnya, proses penghancuran belimbing wuluh menggunakan *chopper* selama 2 menit sampai belimbing wuluh menjadi bubur buah. Proses selanjutnya, dengan memisahkan ekstrak sari buah dan serat buah belimbing wuluh, kemudian serat buah belimbing wuluh ini merupakan bahan pembuatan selai dan penggunaannya sesuai dengan rancangan perlakuan (Tabel 1). Campuran serat belimbing wuluh dan gula dimasak selama 5 menit sambil diaduk dan

ditambahkan ± 1 gram garam hingga selai matang sempurna. Selai didinginkan dan siap dikemas serta disajikan. Terakhir, analisis sifat fisiko-kimia selai belimbing wuluh, meliputi: pH, total padatan terlarut (TPT), vitamin C, kadar air, daya oles, dan warna selai belimbing wuluh.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode *response surface* dengan rancangan *central composite design* (CCD) dua faktor. Tujuannya adalah untuk mengetahui kondisi optimal pengaruh perlakuan (jumlah bahan dan jumlah gula) terhadap sifat fisiko-kimia selai belimbing wuluh. Batasan dan level variasi faktor perlakuan dan kode perlakuan tertera pada Tabel 1. Pada tahapan ini akan terbentuk suatu persamaan matematika seperti persamaan 1 (Rijal *et al.* 2022).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 \quad (1)$$

Y adalah nilai respon perlakuan (pH, total padatan terlarut, vitamin C, kadar air, warna *chroma*, warna *hue*, dan daya oles), β_0 adalah

intersep/konstanta; β_1, β_2 , merupakan koefisien linier; β_{11}, β_{22} adalah koefisien kuadratik; β_{12} adalah koefisien interaksi perlakuan yaitu jumlah bahan (X_1) dan jumlah gula (X_2).

Analisis varian, analisis plot kontur, dan plot *surface* dilakukan untuk mengetahui pengaruh dan interaksi faktor perlakuan yaitu jumlah bahan dan jumlah gula terhadap respon perlakuan (pH, total padatan terlarut, vitamin C, kadar air, warna *chroma*, warna *hue*, dan daya oles).

Analisis Fisikokimia Selai Belimbing Wuluh

Penentuan pH menggunakan pH meter (Angelia 2017). Pengujian total padatan terlarut mengikuti dengan metode penelitian sebelumnya Wahyudi and Dewi (2017). Penentuan kadar vitamin C menggunakan metode iodometri mengacu pada Agustin and Putri (2013). Pengujian kadar air menggunakan metode pengeringan oven (Bayu and Rizqianti, 2017). Analisis warna *chroma* dan *hue* menggunakan aplikasi *color analysis* (Hartuti *et al.* 2019). Perhitungan daya oles sesuai dengan penelitian oleh Linggawati *et al.* (2020).

Tabel 1 Batasan dan level variasi faktor perlakuan

Variabel (X)	Batasan dan Level				
	- α (-1,414)	-1	0	+1	+ α (1,414)
Jumlah bahan, X_1 (gram),	396,5	500	750	1000	1103,5
Jumlah gula, X_2 (gram)	129,3	150	200	250	270,7

Tabel 2 Data hasil analisis fisikokimia selai belimbing wuluh

Run order	Faktor perlakuan (X)		Respon perlakuan (Y)						
	Jumlah belimbing wuluh (X_1)	Jumlah Gula (X_2)	pH (Y_1)	TPT (Y_2)	Vit. C (Y_3)	Kadar air (Y_4)	Daya oles (Y_5)	Warna <i>Chroma</i> (Y_6)	Warna <i>Hue</i> (Y_7)
1	750	200	3,22	29,10	14,08	30	9,80	52,26	75,97
2	500	150	3,31	12,03	15,25	15	9,30	45,16	75,80
3	750	200	2,89	25,0	15,25	25	7,70	61,83	62,30
4	500	250	3,18	17,93	11,73	15	7,20	47,82	75,37
5	750	270,71	2,94	29,27	15,25	20	8,0	53,83	74,93
6	396,45	200	3,27	25,57	4,69	10	5,80	59,21	66,27
7	1000	150	2,92	18,40	12,91	55	11,40	60,03	78,27
8	750	200	3,16	19,57	14,08	30	8,30	48,29	72,87
9	750	200	3,08	28,83	14,08	30	6,90	51,89	70,97
10	1000	250	3,25	27,33	5,87	35	9	68,86	84,73
11	750	200	3,15	27,40	14,08	35	7,60	49	76,40
12	1103,55	200	3,31	20,93	7,04	50	8,30	60,56	76,67
13	750	129,29	3,26	15,54	22,29	40	9,0	49,40	80,93

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian pada Tabel 2, menunjukkan bahwa jumlah belimbing wuluh dan jumlah gula memberikan pengaruh berbeda-beda pada setiap respon perlakuan, yaitu pH, TPT, vitamin C, kadar air, warna *chroma* dan *hue*, serta daya oles.

Hasil analisis RSM pada Tabel 3, menunjukkan bahwa setiap respon memiliki nilai signifikansi ($p < 0,05$), nilai *lack of fit* dan R^2 yang berbeda-beda pula. Selanjutnya pemilihan model dan penentuan model matematis untuk setiap respon perlakuan berdasarkan nilai signifikansi setiap respon perlakuan. Nilai R^2 hasil analisis metode RSM menunjukkan bahwa faktor perlakuan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon. Semakin tinggi persentase nilai R^2 suatu respon perlakuan berarti semakin signifikan pengaruh faktor perlakuan tersebut. Sementara pada respon yang memiliki nilai R^2 lebih rendah, berarti bahwa faktor perlakuan memiliki pengaruh yang tidak signifikan, bahkan ada faktor lain yang memberikan pengaruh terhadap respon tersebut.

pH selai belimbing wuluh (Y_1)

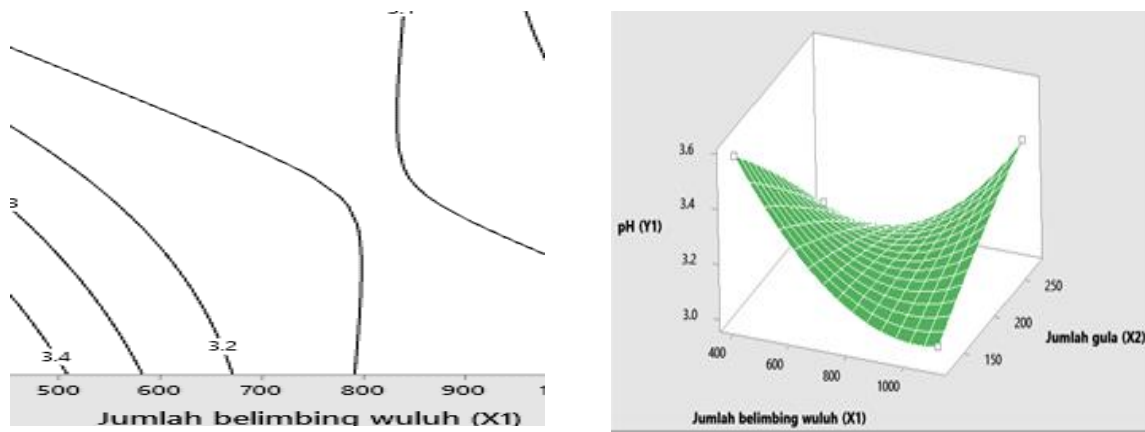
Analisis data menggunakan RSM menunjukkan bahwa setiap faktor perlakuan (X) tidak memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap pH (Y_1) berdasarkan nilai signifikansi ($p < 0,05$), dan nilai R^2 yang tertera pada Tabel 3.

Pengaruh X_1 dan X_2 terhadap pH selai belimbing wuluh yang dihasilkan, merujuk pada besarnya nilai R^2 model yaitu 47,64 %. P_{value} regresi sebesar 0,371 lebih besar dari derajat signifikansi $\alpha = 5\%$. Hal ini berarti jumlah bahan baku belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2) tidak memberikan pengaruh signifikan dalam model. Perolehan hasil uji *lack of fit* model orde kedua nilai p 0,345 atau lebih besar dari derajat signifikansi 0,05 ($\alpha = 5\%$) sehingga tidak ada *lack of fit*, yang berarti sudah sesuai dengan model.

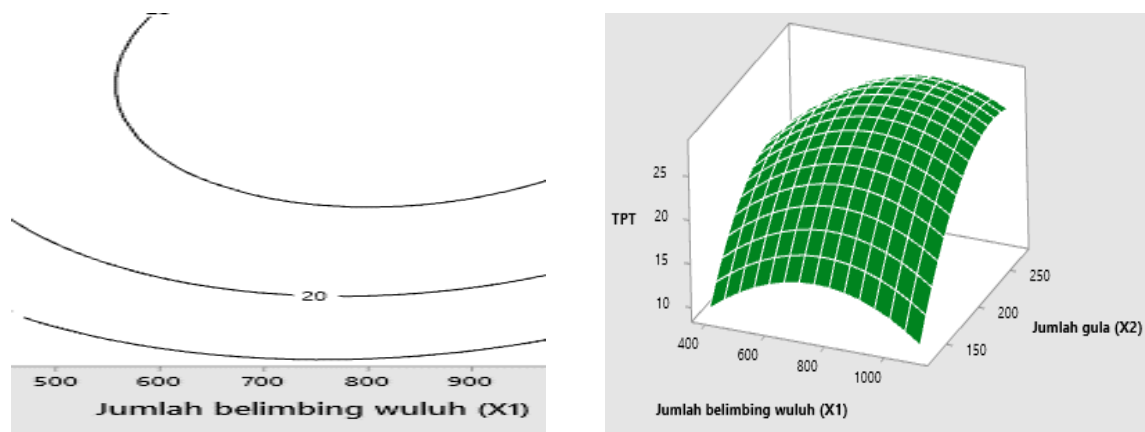
Selanjutnya, analisis plot kontur dan plot *surface* berfungsi untuk mengetahui hubungan dan interaksi jumlah bahan baku belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2) terhadap pH selai belimbing wuluh. Hasil analisis plot kontur dan plot *surface* menunjukkan bahwa pH selai belimbing wuluh tertinggi diperoleh sebesar 3,58 dengan jumlah bahan baku belimbing wuluh sebesar 398 g dan jumlah gula sebanyak 130g. Sementara itu, Gambar 1 menunjukkan bahwa pH selai belimbing wuluh terendah diperoleh sebesar $\pm 3,10$ pada beberapa kombinasi perlakuan, antara lain: jumlah bahan baku belimbing wuluh sebanyak 750g dan jumlah gula sebesar 200g, atau jumlah bahan baku belimbing wuluh sebanyak 400 g dan jumlah gula sebesar 270g, atau jumlah bahan baku belimbing wuluh sebesar 800-1100g dan jumlah gula sebanyak 130-150g.

Tabel 3 Analisis model RSM untuk respon perlakuan

Respon	Regression Equation (Un-coded Units)	Signifikansi ($p < 0,05$)	Lack of fit ($p < 0,05$)	R^2 (%)
pH	$Y_1 = 5,37 - 0,004 X_1 - 0,006 X_2 + 0,000001 X_1 * X_1 - 0,000003 X_2 * X_2 + 0,000009 X_1 * X_2$	0,371	0,345	47,64
TPT	$Y_2 = -52,4 + 0,050 X_1 + 0,494 X_2$	0,088	0,244	61,02
Vitamin C	$Y_3 = 8,0 + 0,118 X_1 - 0,32 X_2 - 0,00007 X_1 * X_1 + 0,0008 X_2 * X_2 - 0,00007 X_1 * X_2$	0,001	0,006	92,65
Kadar air	$Y_4 = -49,6 + 0,1383 X_1 + 0,179 X_2 - 0,0004 X_1 * X_2$	0,000	0,846	97,21
Daya Oles	$Y_5 = 15,4 + 0,008 X_1 - 0,103 X_2$	0,07	0,340	57,90
<i>Chroma</i>	$Y_6 = 70,6 + 0,091 X_1 + 0,046 X_2$	0,122	0,307	54,90
<i>Hue</i>	$Y_7 = 156,4 - 0,035 X_1 - 0,761 X_2 + 0,000014 X_1 * X_1 + 0,00163 X_2 * X_2 + 0,00014 X_1 * X_2$	0,271	0,658	53,63



Gambar 1 Plot kontur dan plot *surface* hubungan pH selai belimbing wuluh (Y_1) terhadap variasi jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2)



Gambar 2 Plot kontur dan plot *surface* hubungan TPT selai belimbing wuluh (Y_2) terhadap variasi jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH selai belimbing wuluh cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah belimbing wuluh yang digunakan. Hal ini sesuai dengan rasa dasar dari buah belimbing wuluh. Selain itu belimbing wuluh juga merupakan buah-buahan lokal yang tidak disukai ketika dimakan secara langsung, sehingga pengolahan belimbing wuluh bertujuan untuk menjadikan produk olahan yang lebih nikmat dan disukai banyak konsumen.

Total Padatan Terlarut selai belimbing wuluh (Y_2)

Tabel 3 menunjukkan bahwa total padatan terlarut (TPT) selai belimbing wuluh memiliki nilai R^2 sebesar 61,02 % yang berarti bahwa jumlah bahan baku belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2) memberikan pengaruh sebesar 61,02 % terhadap model yang terbentuk. Hasil uji *lack of fit* model menunjukkan nilai p 0,244 atau

lebih besar dari derajat signifikansi 0,05 ($\alpha=5\%$) sehingga tidak ada *lack of fit* yang berarti sudah sesuai dengan model. Nilai P_{value} regresi model linier sebesar 0,088 (P_{value} regresi model linier < P_{value} regresi kuadratik), sehingga model linier lebih sesuai untuk memprediksi nilai TPT. Namun nilai P_{value} regresi model linier sedikit lebih besar dari derajat signifikansi $\alpha = 0,05$. Hal ini berarti faktor perlakuan jumlah bahan baku belimbing wuluh dan jumlah gula tidak memberikan pengaruh yang signifikan dalam model.

Selanjutnya, Gambar 2 menunjukkan bahwa TPT tertinggi diperoleh sebesar 28,0°brix pada jumlah belimbing wuluh sebesar 812g dan jumlah gula sebesar 236g. sementara TPT terendah diperoleh sebesar 9,6°brix dengan jumlah belimbing wuluh sebesar 400g dan jumlah gula sebanyak 130g. Hesthiati *et al.* (2019) menyebutkan bahwa nilai total padatan terlarut

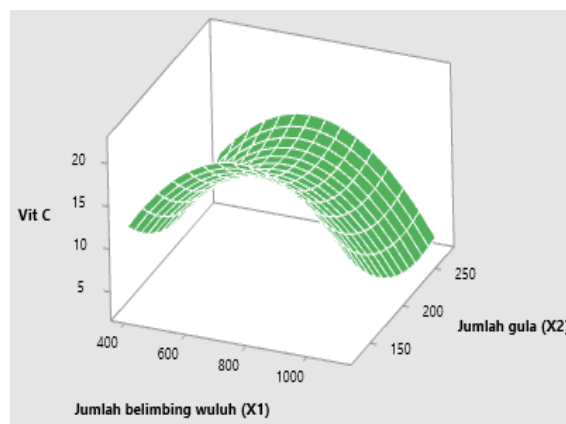
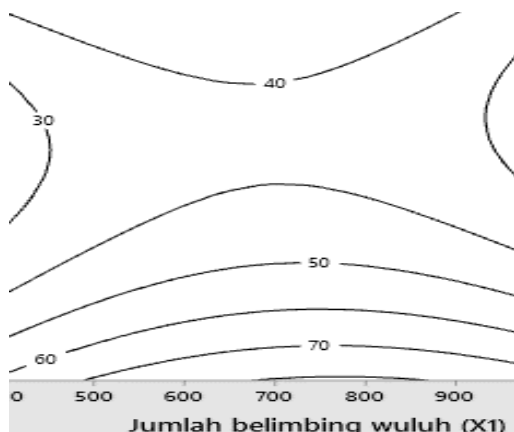
yang tinggi menunjukkan bahwa kandungan gula juga tinggi. Hal ini akan berpengaruh terhadap rasa dan umur simpan produk selai belimbing wuluh.

Vitamin C selai belimbing wuluh (Y_3)

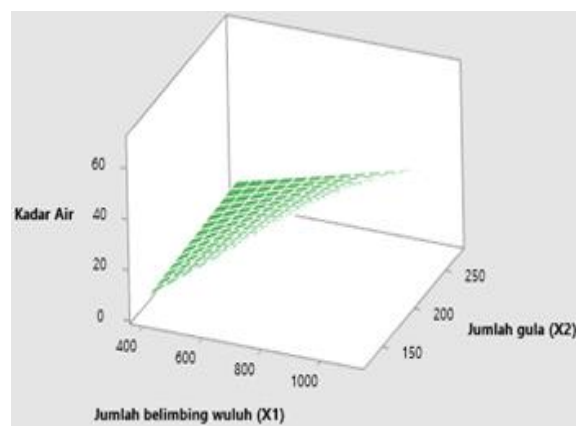
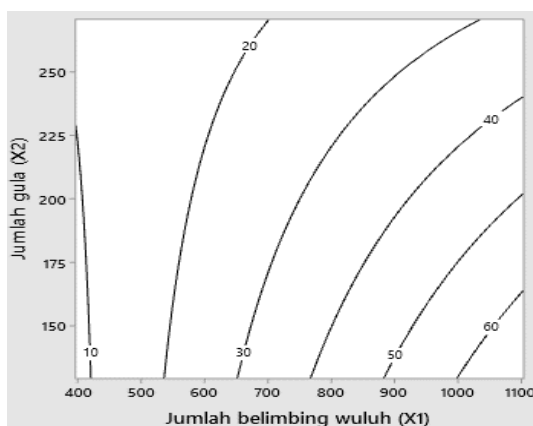
Faktor perlakuan jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2) memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap vitamin C (Y_3) (Tabel 3). Pengaruh jumlah belimbing wuluh dan jumlah gula terhadap vitamin C selai belimbing wuluh dengan melihat besarnya nilai R^2 model yaitu 92,65%. P_{value} regresi sebesar 0,001 lebih kecil dari derajat signifikansi $\alpha=5\%$. Hal ini berarti jumlah belimbing wuluh dan jumlah gula memberikan pengaruh signifikan terhadap vitamin C selai. Hasil uji *lack of fit* model menunjukkan nilai p 0,006 ($\alpha \approx 5\%$) sehingga ada

lack of fit. Selanjutnya, jika merujuk pada plot kontur dan plot *surface* pada Gambar 3 menunjukkan bahwa vitamin C tertinggi yaitu 21,85mg/100g, pada jumlah belimbing wuluh sebesar 750g dan jumlah gula sebanyak 130g. Vitamin C terendah yaitu sebesar 14,69mg/100g yaitu pada perlakuan jumlah belimbing wuluh sebesar 742g dan jumlah gula sebanyak 190-270g.

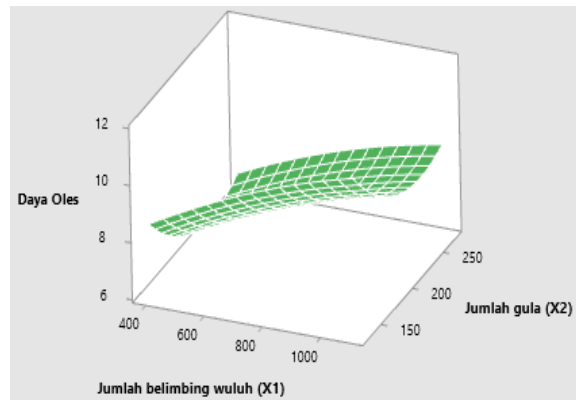
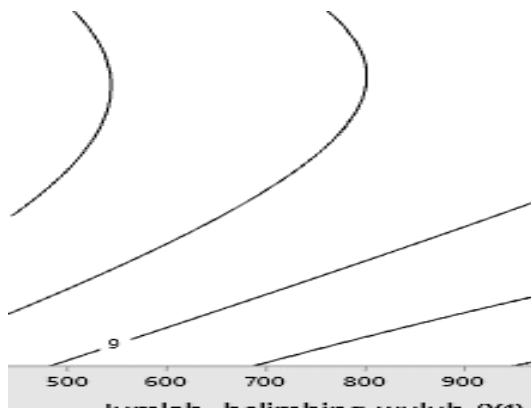
Kandungan vitamin C tinggi pada suatu produk pangan, memiliki manfaat lebih baik bagi suatu produk. Produk pangan dengan komposisi tinggi vitamin C bermanfaat juga bagi kesehatan tubuh. Selain itu, vitamin C merupakan salah satu senyawa yang sangat penting pada reaksi metabolisme tubuh (Damayanti and Kurniawati, 2017).



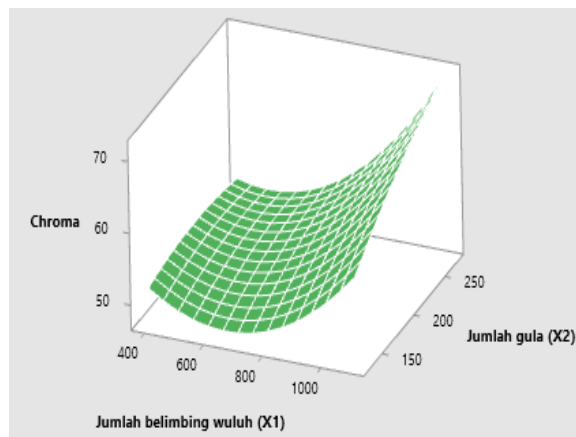
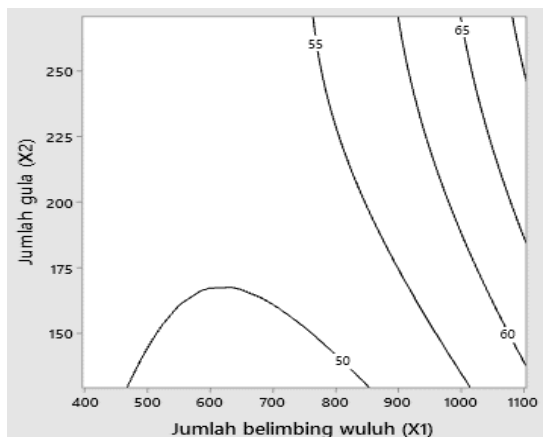
Gambar 3 Plot kontur dan plot *surface* hubungan vitamin C selai belimbing wuluh (Y_3) terhadap variasi jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2)



Gambar 4 Plot kontur dan plot *surface* hubungan kadar air selai belimbing wuluh (Y_4) terhadap variasi jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2)



Gambar 5 Plot kontur dan plot *surface* hubungan daya oles selai belimbing wuluh (Y_5) terhadap variasi jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2)



Gambar 6 Plot kontur dan plot *surface* hubungan warna *chroma* selai belimbing wuluh (Y_6) terhadap variasi jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2)

Kadar air selai belimbing wuluh (Y_4)

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar air selai belimbing wuluh memiliki R^2 sebesar 97,21 % yang berarti bahwa variabel bebas, jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2) memberikan pengaruh sebesar 97,21% terhadap model yang terbentuk, baik untuk model linier, model kuadratik, maupun interaksi masing-masing faktor perlakuan. Nilai *lack of fit* model yaitu nilai p 0,846 atau lebih besar dari derajat signifikansi 0,05 ($\alpha=5$ %) sehingga tidak ada *lack of fit* yang berarti sudah sesuai dengan model.

Berdasarkan analisis varian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa P_{value} regresi = 0,000 lebih kecil dari derajat signifikansi $\alpha = 0,05$ ($\alpha = 5\%$). Hal ini berarti faktor perlakuan jumlah belimbing wuluh dan jumlah gula memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kadar air selai belimbing wuluh. Selanjutnya, plot kontur dan plot *surface* (Gambar 4) menunjukkan bahwa

kadar air selai belimbing wuluh tertinggi sebesar 68,9% dengan kondisi perlakuan jumlah belimbing wuluh sebesar 1103g dan jumlah gula sebanyak 130g. Selanjutnya nilai kadar air terendah sebesar 8,4% pada komposisi perlakuan jumlah belimbing wuluh sebesar 401,8g dan jumlah gula sebanyak 130g. Berdasarkan SNI 01-3746-1995 tentang kriteria mutu buah, nilai maksimum kadar air selai buah sebesar 35%. Hasil analisis plot kontur menunjukkan bahwa kadar air selai belimbing wuluh < 35% terdapat pada berbagai kombinasi perlakuan pada rentang jumlah belimbing wuluh sebesar 400-900g dan jumlah gula sebesar 130–270g. Selain itu, kadar air dalam suatu produk juga merupakan parameter yang cukup penting dalam produk pangan. Kadar air produk pangan akan mempengaruhi penampakan dan penampilan suatu produk, tekstur, dan cita rasa, serta dapat menentukan

masa simpan produk pangan yang dihasilkan, yaitu selai belimbing wuluh.

Daya oles selai belimbing wuluh (Y_5)

Daya oles bermanfaat untuk menilai konsistensi dan tekstur selai pada saat diaplikasikan pada roti. Tabel 3 menunjukkan bahwa daya oles selai belimbing wuluh memiliki R^2 sebesar 57,90% yang berarti bahwa variabel bebas jumlah belimbing wuluh dan jumlah gula memberikan pengaruh sebesar 57,90% terhadap model yang terbentuk. Nilai lack of fit model diperoleh lebih besar dari derajat signifikansi 0,05 ($\alpha=5\%$) yaitu 0,340 atau tidak ada *lack of fit* yang berarti dan sudah sesuai dengan model yang diduga.

Berdasarkan analisis varian yang diperlihatkan pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa P_{value} regresi sebesar 0,07 sedikit lebih besar dari derajat signifikansi $\alpha = 0.05$ ($\alpha = 5\%$). Hal ini berarti faktor perlakuan jumlah belimbing wuluh dan jumlah gula tidak memberikan pengaruh yang signifikan dalam model, baik untuk model linier, model kuadratik, maupun interaksi masing-masing faktor perlakuan jumlah belimbing wuluh dan jumlah gula terhadap daya oles selai belimbing wuluh.

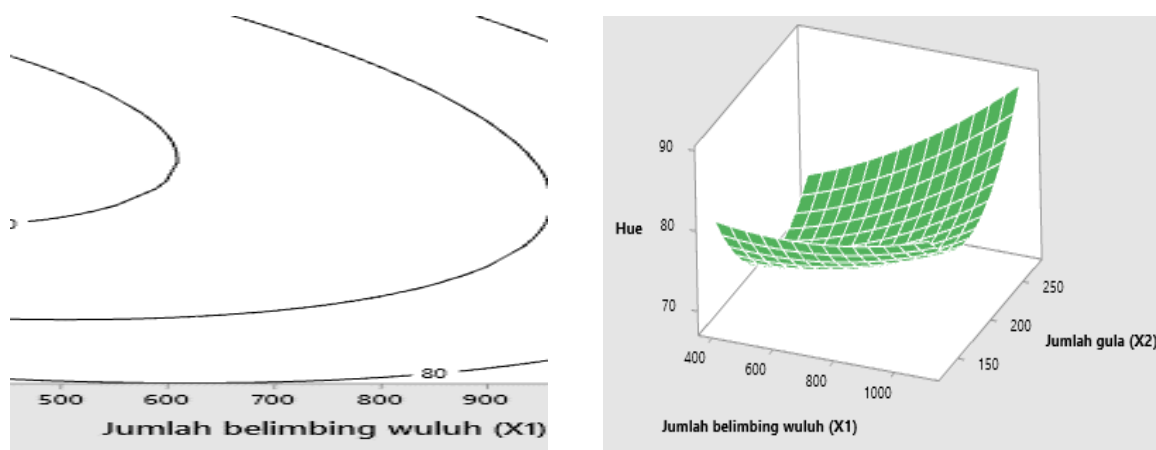
Pengaruh jumlah bahan dan jumlah gula yang tidak signifikan terhadap daya oles selai belimbing wuluh, menunjukkan bahwa masih ada faktor lainnya yang memengaruhi tingkat konsistensi daya oles selai belimbing wuluh, seperti: tingkat kehalusan bahan dan kadar air

selai, mengingat pada beberapa perlakuan memiliki nilai kadar air yang cukup rendah, dan menjadikan selai memiliki daya oles yang rendah pula.

Plot kontur dan plot surface (Gambar 5) menunjukkan bahwa daya oles selai belimbing wuluh tertinggi sebesar 11,42cm dengan kondisi perlakuan jumlah belimbing wuluh sebanyak 1096g dan jumlah gula sebesar 150g. Sementara itu, daya oles selai belimbing wuluh terendah sebesar 6,3-6,8cm dengan kondisi perlakuan jumlah belimbing wuluh sebanyak 400-450g dan jumlah gula sebesar 180-270g. Besarnya nilai konsistensi daya oles menunjukkan kualitas dari selai (Agustina *et al.* 2019).

Warna *chroma* dan *hue* selai belimbing wuluh (Y_6 dan Y_7)

Tabel 3 menunjukkan bahwa warna *chroma* dan *hue* selai belimbing wuluh memiliki nilai R^2 sebesar 54,90% dan 53,63% yang berarti bahwa variabel bebas (jumlah buah belimbing wuluh dan jumlah gula) memberikan pengaruh sebesar 54,90% terhadap model *chroma* dan 53,63% terhadap model *hue* yang terbentuk. Hasil uji *lack of fit* model menunjukkan nilai p 0,307 dan 0,658 lebih besar dari derajat signifikansi 0,05 ($\alpha=5\%$) sehingga tidak ada *lack of fit* yang berarti sudah sesuai dengan model. Nilai P_{value} regresi untuk *chroma* = 0,122 dan nilai P_{value} regresi untuk *hue* = 0,271 lebih besar dari derajat signifikansi $\alpha = 0,05$ ($\alpha = 5\%$).



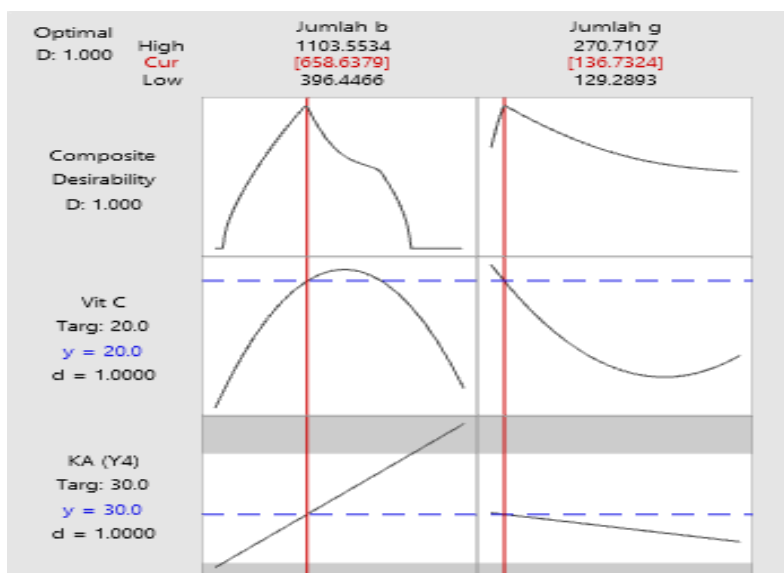
Gambar 7 Plot kontur dan plot *surface* hubungan warna *hue* selai belimbing wuluh (Y_2) terhadap variasi jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2)

Tabel 4 Nilai lower, mean, dan upper untuk Y₁ dan Y₂

Response	Goal	Lower	Target	Upper
Y ₃ (mg/100 g)	Target		4,63	30
Y ₄ (%)	Target		10,00	20

Tabel 5 Alternatif formula optimum kadar air dan vitamin C terpilih

Formula terpilih	Variabel respon		Faktor perlakuan				Composite Desirability (d total)
	Kadar air Target	Vitamin C Target	Jumlah belimbing wuluh, X ₁ (gr)	d ₁	Jumlah gula, X ₂ (gr)	d ₂	
1.	30	20	658,64	1,00	136,7	1,00	1,00
2.	32	20	685,27	1,00	139,11	1,00	100
3.	33	20	698,48	1,00	140,03	1,00	1,00
4.	35	20	724,55	1,00	141,34	100	1,00
5.	30	18	676,97	1,00	153,48	1,00	1,00



Gambar 8 Kombinasi optimum vitamin C dan kadar air selai belimbing wuluh

Hasil analisis RSM menunjukkan bahwa faktor perlakuan, yaitu jumlah buah belimbing wuluh dan jumlah gula tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai *chroma* dan *hue*. Hal ini mengindikasikan bahwa ada faktor lain yang memberikan pengaruh terhadap warna *chroma* dan *hue* selai belimbing wuluh yang dihasilkan, seperti: waktu dan suhu proses pemasakan selai tersebut.

Plot kontur dan plot *surface* (Gambar 6 dan Gambar 7) memperlihatkan bahwa warna *chroma* tertinggi yaitu sebesar 71,36 pada perlakuan jumlah belimbing wuluh sebesar 1103 g belimbing wuluh dan jumlah gula sebesar 270 g, sedangkan

warna *chroma* terendah diperoleh 47-49 yaitu jumlah belimbing wuluh sebesar 500-800g dan jumlah gula sebesar 130-150g. Selanjutnya *hue* tertinggi diperoleh sebesar 89,0 pada perlakuan jumlah belimbing wuluh sebesar 1099g belimbing wuluh dan jumlah gula sebanyak 270g, sedangkan *hue* terendah diperoleh 68-69 yaitu jumlah belimbing wuluh sebesar 400-500g dan jumlah gula sebanyak 200-230g.

Optimasi Vitamin C (Y₃) dan Kadar Air (Y₄) Terhadap Selai Belimbing Wuluh

Optimasi vitamin C dan kadar air terhadap sifat fisikokimia belimbing wuluh dikarenakan kedua model memiliki nilai R² tinggi. Selain itu,

vitamin C dan kadar air selai belimbing wuluh juga merupakan faktor penting dalam karakteristik produk selai. Optimasi dilakukan bertujuan untuk menentukan komposisi terbaik faktor perlakuan jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2) dalam pembuatan selai belimbing wuluh berdasarkan analisis fisikokimia. Sebelum optimasi, penentuan model nilai *lower*, *mean*, dan *upper* untuk setiap respon (Tabel 4) perlu dilakukan, agar hasil optimasi sesuai dengan target.

Sebelumnya, telah diperoleh kadar air dan vitamin C optimal dengan beberapa formula variabel yang berbeda. Sementara formula variabel perlakuan yang sama untuk nilai optimum vitamin C dan kadar air selai belimbing wuluh belum ada. Oleh karena itu dilakukan optimasi terhadap kedua respon tersebut. Beberapa alternatif kombinasi nilai optimum vitamin C dan kadar air belimbing wuluh dengan berbagai kombinasi dan komposisi perlakuan jumlah belimbing wuluh (X_1) dan jumlah gula (X_2), (Tabel 5). Nilai optimum I sesuai proporsional nilai *lower*, *mean*, dan *upper* nilai vitamin C sebesar 20mg/100g dan kadar air 30%, dengan kombinasi perlakuan jumlah belimbing wuluh \approx 659g dan jumlah gula \approx 137g dan nilai desirability total sebesar 1. Optimasi vitamin C dan kadar air berdasarkan jumlah belimbing wuluh dan jumlah gula bertujuan untuk mendapatkan kualitas fisiko-kimia selai belimbing wuluh yang terbaik.

Berdasarkan hasil optimasi tersebut, maka nilai prediksi semua respon dengan kombinasi perlakuan jumlah belimbing wuluh sebanyak 659 g dan jumlah gula sebesar 137 g, dengan nilai prediksi pH (Y_1) = 3,2; TPT (Y_2) = 16,01; vitamin C (Y_3) = 20 mg/100 g; kadar air (Y_4) = 30 %; daya oles (Y_5) sebesar 9,51 cm; warna chroma (Y_6) yaitu 48,86; dan warna hue (Y_7) yaitu 78,17.

KESIMPULAN

Komposisi optimum jumlah belimbing wuluh dan jumlah gula untuk bahan baku pembuatan selai belimbing wuluh yaitu kombinasi perlakuan jumlah buah belimbing wuluh (X_1) sebesar 659g dan jumlah gula (X_2) sebesar 137g. Persamaan polinomial untuk vitamin C adalah $Y_3 = 8,0 + 0,118X_1 - 0,32X_2 - 0,00007 X_1 * X_1 + 0,0008X_2 * X_2 - 0,00007X_1 * X_2$, dan persamaan polinomial untuk kadar air adalah: $Y_4 = -49,6 + 0,1383X_1 + 0,179X_2 - 0,0004X_1 * X_2$.

Nilai prediksi respon perlakuan pada kombinasi perlakuan optimal, yaitu: pH (Y_1) = 3,2; TPT (Y_2) = 16,01; vitamin C (Y_3) = 20mg/100g; kadar air (Y_4) = 30%; daya oles (Y_5) = 9,51cm; warna *chroma* (Y_6) = 48,86; dan warna *hue* (Y_7) = 78,17.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi sesuai dengan Kontrak Program Riset Tahun 2021 Nomor: 011/E4.1/AK.04.RA/2021 Tanggal 1 Desember 2021. Tim mahasiswa Program MBKM-Riset Keilmuan yang membantu penelitian ini yakni Silvia Natasya, Ummu Imasakin, Sri Vivit Wahyuni, Siti Dara Raudhatul Jannah, Sulthan Rahmat Septian, dan Muhammad Rahmat Ramadhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, F., and W. D. R. Putri. 2013. Making of Jelly Drink Averrhoa Bilimbi L (Study About Belimbing Wuluh Proportion : The Water and Carrageenan Concentration). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(3):1–9.
- Agustina, M., S. Nurman, and R. Yulia. 2019. Innovation in Utilizing Pineapple Waste for Making Jam by Effect of Addition of Maizena Flour and Palm Sugar. *Serambi Journal of Agricultural Technology* 1(1):8–16.
- Angelia, I. O. 2017. Kandungan pH, Total Asam Titrasi, Padatan Terlarut dan Vitamin C Pada Beberapa Komoditas Hortikultura. *Journal of Agritech Science* 1(2):68–74.
- Aryantini, D., F. Sari, and Juleha. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Aktif Terstandar Flavonoid dari Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.). *Jurnal Wiyata Penelitian Sains dan Kesehatan* 4(2):143–150.
- Bayu, M. K., and H. Rizqiati. 2017. Analisis Total Padatan Terlarut , Keasaman , Kadar Lemak , dan Tingkat Viskositas pada Kefir Optima dengan Lama Fermentasi yang Berbeda 1(April):33–38.
- Bhaskar, B., and M. Shantaram. 2013. Available online at www.ijpcbs.com MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF AVERRHOA FRUITS. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical and*

- Biological Sciences* 3(3):924–928.
- Damayanti, E. T., and P. Kurniawati. 2017. Perbandingan Metode Penentuan Vitamin C pada Minuman Kemasan Menggunakan Metode Spektrofotometer UV-Vis dan Iodimetri. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya*(November):258–266.
- Djauhari, A. B. 2018. FOODSCITECH Food Science and Technology Journal. *FOODSCITECH, Vol. 1 No. 2 Desember 2018* 2(1):303–331.
- Fahrnunda, and R. Pratiwi. 2015. Kandungan Saponin Buah, Daun dan Tangkai Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Fkip Uns*:220–224.
- Fauzi, D. R., and H. T. Palupi. 2020. Pengaruh proses blanching dan penambahan karagenan pada kualitas selai lembaran belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian* 11(2):152–161.
- Ferreira, J. N., H. M. Pinheiro-Sant'ana, C. M. Della Lucia, R. D. B. L. Teixeira, and L. de M. Cardoso. 2022. Chemical composition, vitamins, and minerals of family farming biribiri (*Averrhoa bilimbi* L.) in the middle doce river region, minas gerais, brazil. *Ciencia Rural* 52(3).
- Hartuti, S., N. Bintoro, J. N. W. Karyadi, and Y. Pranoto. 2019. Characteristics of Dried Cocoa Beans (*Theobroma cacao* L.) Color Using Response Surface Methodology. *Planta Tropika: Journal of Agro Science* 7(1):82–92.
- Hartuti, S., N. Bintoro, J. N. W. Karyadi, and Y. Pranoto. 2020. Pengaruh Waktu Pemeraman, Aerasi Dan Suhu Fermentor Terhadap Kualitas Biji Kakao. *Agrointek* 14(2):295–308.
- Hesthiati, E., G. Supriadi, I. S. Jalip, and I. G. S. Sukartono. 2019. MINUMAN KESEHATAN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) – KUNYIT (*Curcuma domestica* Val.). *Fakultas Biologi Universitas Nasional* 3:103–111.
- Ikram, E. H. K., K. H. Eng, A. M. M. Jalil, A. Ismail, S. Idris, A. Azlan, H. S. M. Nazri, N. A. M. Diton, and R. A. M. Mokhtar. 2009. Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 22(5):388–393.
- Insan, R. R., A. Faridah, A. Yulastri, and R. Holinesti. 2019. Using Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) As A Functional Food Processing Product. *Jurnal Pendidikan Tata Boga dan Teknologi* 1(1):47–55.
- Linggawati, A. R. Utomo, and I. Kuswardani. 2020. Pengaruh Penggunaan CMC (carboxymethyl cellulose) Sebagai Gelling Agent Terhadap Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Selai Kawis (*Limonia acidissima*). *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi* 19(2):109–113.
- Putranto, A. W., A. D. Priyanto, T. Estiasih, and Y. Aristina. 2022. Optimasi waktu pemanasan awal dan waktu pasteurisasi PEF terhadap asam lemak bebas, vitamin C, dan pH pada pengolahan susu 16(3):355–366.
- Rijal, M., S. Hartuti, and P. Satriyo. 2022. (The Effect of Number of Perforation Holes and length of Storage on The Color and Total of Dissolved Solids In Red Chili) 7(1994):565–571.
- Wahyudi, A., and R. Dewi. 2017. Quality and Fruit Production Improvement Using The Cultivation Technology System “ToPAS” In 12 Varieties of Hybrid Watermelons. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 17(1):17–25.
- Yanti, S., and D. Suksmayu Saputri. 2019. Uji AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SERBUK EKSTRAK BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal TAMBORA* 3(2):16–26.
- Yusa Ali, D., P. Darmadji, and Y. Pranoto. 2014. Optimasi Nanoenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Response Surface Methodology Dan Karakterisasi Nanokapsul. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 25(1):23–30.