



**OPTIMALISASI FORMULA MIE KERING BERBASIS TEPUNG KOMPOSIT DENGAN PEWARNA BUNGA TELANG MENGGUNAKAN DESIGN EXPERT D-OPTIMAL TERHADAP PENURUNAN MUTU SELAMA PENYIMPANAN**

Mardhiyah Lestari, Yusep Ikrawan, dan Willy Pranata Widjadja  
 Politeknik KMC Kuningan, Universitas Pasundan  
 Email: lestarimardhiyah776@gmail.com, yusepikrawan@gmail.com,  
 willypranatawidjadja@gmail.com

INFO ARTIKEL	
Artikel Masuk : 2024-09-05 Artikel Review: 2024-09-05 Artikel Revisi: 2024-09-10 Kata Kunci: mie kering, tepung komposit, telang, <i>Design Expert</i> , stabilitas warna, aktivitas antioksidan  Keywords: <i>dry noodles, Composite flour, telang flower, Design Expert, color stability, antioxidant activity</i>	<b>Abstrak</b> <i>Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi optimal mie kering yang terbuat dari tepung jagung ternikstamalisasi, tepung pisang, dan pati ganyong serta mengkaji pengaruh lama penyimpanan terhadap stabilitas warna dan aktivitas antioksidan. Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap: analisis bahan baku, penetapan formula optimal menggunakan metode Mixture D-Optimal, dan pengujian stabilitas selama penyimpanan. Formula optimal yang diperoleh menunjukkan nilai ketepatan (desirability) 0,802 dengan karakteristik kimia, fisik, dan organoleptik yang baik. Pengamatan selama penyimpanan menunjukkan bahwa stabilitas warna mie telang kering meningkat seiring waktu, dengan nilai koefisien korelasi <math>r = 0,9982</math>. Selain itu, aktivitas antioksidan menunjukkan korelasi positif dengan masa simpan, meskipun aktivitas antioksidan menurun dengan semakin lamanya waktu penyimpanan, sebagaimana ditunjukkan oleh persamaan regresi yang diperoleh (<math>r = 0,9855</math>). Penelitian ini memberikan panduan untuk memproduksi mie kering dengan karakteristik yang stabil selama penyimpanan.</i>
	<b>Abstract</b> <i>This study aims to develop an optimal formulation of dried noodles made from nixtamalized corn flour, banana flour, and canna starch, and to examine the impact of storage duration on color stability and antioxidant activity. The research was conducted in three stages: raw material analysis, optimal formula determination using the Mixture D-Optimal method, and stability testing during storage. The optimal formula obtained showed a desirability value of 0.802, with favorable chemical, physical, and organoleptic characteristics. Observations during storage revealed that the color stability of dried butterfly pea noodles increased over time, with a correlation coefficient of <math>r = 0.9982</math>. Additionally, antioxidant activity exhibited a positive correlation with storage duration, although antioxidant activity decreased with longer storage times, as indicated by the regression equation obtained (<math>r = 0.9855</math>). This study provides guidelines for producing dried noodles with stable characteristics during storage.</i>

## Pendahuluan

Mie adalah salah satu produk pangan kaya karbohidrat yang sangat populer, selama ini, mie hanya diolah dari tepung terigu yang mengakibatkan impor gandum terus meningkat. Menurut Badan Pusat Statistik (2022), pada April 2022, impor gandum Indonesia dari India tercatat sebanyak 2.000 ton dengan nilai sebesar USD0,78 juta. Oleh karena itu diperlukan suatu formulasi baru dalam pembuatan mie sehingga penggunaan tepung terigu dapat dikurangi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan bahan pangan lokal seperti jagung (Uba'idillah, 2015).

Menurut Siregar (2009) jagung (*Zea mays. L*) sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia ataupun hewan. Bagi Indonesia jagung merupakan makanan pokok kedua setelah padi. Berdasarkan urutan bahan makanan pokok di dunia, jagung menduduki urutan ketiga setelah gandum dan padi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara pengolahan jagung menjadi tepung untuk substitusi pangan berbasis terigu sehingga dapat mengatasi ketergantungan terhadap tepung terigu. Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan lama, mudah dicampur dan diperkaya zat gizi. Salah satu metode pembuatan tepung jagung adalah melalui proses nikstamalisasi.

Nikstamalisasi yaitu suatu metode pemasakan jagung yang belum modern yang kemudian dikembangkan dan digunakan pada pembuatan mie kering dan produk lain. Menurut Musita (2018) nikstamalisasi merupakan salah satu modifikasi pati secara basa karena proses ini menggunakan larutan alkali. Penelitian Arvie (2009) mengenai kajian sifat organoleptik dan reologi mie pati jagung, yaitu 2,533 sampai 3,150 dengan kriteria agak suka. Elongasi merupakan salah satu parameter selain elastisitas yang penting bagi suatu produk mie.

Tepung jagung berpotensi menggantikan terigu dalam pembuatan mie dengan memanfaatkan kandungan pati dalam tepung jagung, termasuk rasio fraksi amilosa dan amilopektin dalam pati. Tepung jagung memiliki kandungan pati 60,07% dengan kandungan amilosa 22,88 % dan amilopektin 37,19 % (Ekafitri dkk., 2011).

Hal yang membedakan tepung terigu dengan tepung lain adalah gluten yang menentukan sifat rheologi dan tekstur adonan mie. Untuk dapat tetap menghasilkan mie dengan struktur mikro dan cita rasa yang sama dengan mie berbasis tepung terigu, maka perlu dicari bahan untuk mensubstitusi fungsi gluten tersebut (Astawan, 2008).

Gluten merupakan protein yang terdapat pada beberapa bahan makanan golongan sereal. Bahan makanan golongan sereal yang paling banyak mengandung gluten adalah gandum/tepung terigu. Tepung terigu mengandung gluten sebanyak 80% dari total protein yang terkandung dalam terigu. Gluten membentuk tekstur mi menjadi kenyal dan mengembang. Semakin tinggi kadar gluten maka semakin baik tekstur mi yang dihasilkan tetapi tidak semua orang dapat mengkonsumsi dan mencerna gluten dengan baik (NN, 2011).

Karakteristik penting dari tepung yang memengaruhi tekstur mie adalah kadar protein, proporsi relatif antara protein dan pati, serta sifat fungsional protein dan pati dalam terigu (Haryadi, 2014). Penelitian Saifullah (2009) mengenai pemanfaatan tepung pisang hijau sebagai fungsional bahan mie kuning memberikan hasil yaitu kekuatan tarik, elastisitas yang lebih tinggi, untuk mengontrol hidrolisis pati pada mie kuning jika dibandingkan mie kontrol yang menggunakan 100% tepung terigu.

Tepung pisang yang mengandung banyak granula pati dapat digunakan sebagai bahan baku biopolimer yang baik untuk memodifikasi tekstur dan konsistensi makanan. Ovando-Martinez dkk (2009) mengatakan bahwa produk pasta yang mengandung tepung pisang

menunjukkan kecepatan hidrolisis enzimatis karbohidrat yang rendah sehingga dapat menghasilkan makanan dengan glycemic index relatif rendah.

Umbi ganyong (*Canna edulis* Kerr.) mengandung senyawa karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral (Kusbandari, 2015). Umbi ganyong dapat dimanfaatkan menjadi produk setengah jadi seperti pati ganyong dan tepung yang dapat diolah menjadi berbagai bahan makanan (Lubis, 2019). Kadar amilosa pati ganyong adalah 42,40%, sedangkan kadar amilopektinnya 50,90% (Santoso dkk, 2007).

Kekenyalan dibentuk oleh bahan yang memiliki sifat gelatinasi untuk membentuk gel ketika dipanaskan. Pada pembuatan mie ganyong jenis bahan yang membawa sifat gelatinasi adalah pati yang tersusun atas amilosa dan amilopektin. Kedua zat penyusun pati memiliki sifat yang berbeda. Pangesthi (2009) dalam penelitian mengenai pemanfaatan pati ganyong (*canna edulis*) pada pembuatan mie segar sebagai upaya penganekaragaman pangan non beras adanya Perbedaan ini menyebabkan kemampuannya dalam menyerap air lebih rendah, sehingga viskositasnya menjadi lebih tinggi dan konsistensi gel yang dihasilkan lebih keras. Dengan demikian memiliki sifat daya rekat dan pembentuk gel yang kuat ketika dipanaskan (gelatinasi).

Mie kering ekstrak bunga telang adalah salah satu inovasi baru dari produk mie kering. Adanya penambahan ekstrak bunga telang memberikan warna biru, selain itu ekstrak bunga telang juga memberi manfaat sangat banyak untuk tubuh, dikarenakan adanya kandungan antioksidan. Kandungan flavonoid pada bunga telang dapat berperan sebagai sumber antioksidan. Kandungan flavonoid tersebut dapat dikembangkan pada berbagai industri pangan. Sehingga selain meningkatkan atribut mutu terhadap warna juga dapat memberikan efek terhadap kesehatan (Makasana dkk, 2017).

Mie kering bunga telang memiliki kelebihan yaitu daya simpan yang lebih lama serta kandungan antioksidan, diharapkan meningkatkan minat masyarakat untuk membeli dan mencoba produk dengan inovasi terbaru ini. Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan optimasi formulasi mie berbahan baku tepung jagung ternikstamalisasi, tepung pisang, dan pati ganyong agar menghasilkan mie kering yang sesuai dengan karakteristik yang diinginkan.

Penelitian oleh Lesmiawati (2019) tentang pengaruh perbandingan tepung komposit dan ukuran partikel tepung terhadap karakteristik *spaghetti* dengan pewarna bunga telang (*clitoria ternatea*) yang melakukan penelitian menggunakan tiga macam konsentrasi ekstrak bunga telang yaitu 1.2%, 1.8%, dan 2.5% didapatkan dari hasil uji hedonik konsentrasi ekstrak bunga telang terpilih yaitu 1.2%. Optimalisasi formulasi adalah penentuan formulasi optimal berdasarkan respon yang diteliti. Optimasi dapat juga dijelaskan sebagai suatu kumpulan formula matematis dan metode numerik untuk menemukan dan mengidentifikasi kandidat terbaik. Penentuan optimalisasi formulasi dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya pemrograman linier, software lindo, fasilitas solver pada Microsoft Excel, dan Design Expert metode D-optimal.

Penelitian ini menggunakan program Design Expert yang digunakan untuk membantu mengoptimalkan produk atau proses. Kemudian menggunakan metode D-optimal untuk menentukan formulasi yang optimal. Program ini mempunyai kelebihan dibandingkan program olahan data yang lain, program ini akan mengoptimasi formulasi termasuk dalam proses pembuatan mie kering dengan beberapa variabel yang dinyatakan dalam satuan respon, menu mixture yang dipakai yang dikhususkan untuk mengolah formulasi dan metode D-optimal yang mempunyai 6 sifat fleksibilitas yang tinggi dalam meminimalisasikan

masalah dan kesesuaian dalam menentukan jumlah batasan bahan yang berubah lebih dari 2 respon.

Penelitian ini menggunakan program *Design Expert* 13.0 metode *Mixture D-Optimal* yang digunakan untuk membantu mengoptimalkan formulasi. Program ini mempunyai kekurangan yaitu proporsi dari faktor yang berbeda harus bernilai 100% sehingga merumitkan design serta analisis mixture design. Program *Design Expert* metode *mixture d-optimal* ini juga mempunyai kelebihan dibandingkan program olahan data yang lain yaitu ketelitian program ini secara numerik mencapai 0.001, dalam menentukan model matematis yang cocok untuk optimasi. Metode *D-Optimal* mempunyai sifat fleksibilitas yang tinggi, meminimalisasikan masalah dan kesesuaian dalam menentukan jumlah batasan bahan yang berubah lebih dari 2 respon (Akbar, 2012).

Penelitian ini menggunakan program *Design Expert* yang mempunyai kelebihan dibandingkan program lainnya, program ini akan mengoptimasikan formulasi dengan beberapa variabel yang dinyatakan dalam satuan respon, menu mixture yang dipakai yang dikhususkan untuk mengolah formulasi dan metoda *Mixture D-Optimal* yang mempunyai sifat fleksibilitas yang tinggi dalam meminimalisasikan masalah dan kesesuaian dalam menentukan jumlah.

### Metode Penelitian

Tahap analisis awal bahan baku (tepung jagung ternikstamalisasi, tepung pisang, dan pati ganyong) serta bubuk bunga telang, ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dan nilai gizi yang terdapat pada bahan baku. Tahap ini meliputi analisis kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar amilosa, kadar pati, kadar amilopektin, kadar serat kasar dan kadar kalsium. Uji aktivitas antioksidan pada bubuk bunga telang.

Pada tahap kedua ini dilakukan pembuatan rancangan dan respon yang akan diformulasikan menggunakan *Design Expert* 13.0 metode *Mixture D-optimal* sebagai variabel berubah dan variabel tetap terlebih dahulu. Bahan-bahan yang digunakan sebagai variabel berubah yaitu tepung jagung ternikstamalisasi, tepung pisang, dan pati ganyong. Sedangkan untuk variabel tetapnya adalah CMC 0.5%, garam 2%, Sodium Tri Poly Phosphate (STPP) 0.3%, dan air 43%, dengan total variabel tetap 45,8%. Variabel tetap adalah komponen bahan baku yang diasumsikan tidak akan mempengaruhi respon yang akan didapatkan dari setiap formula.

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Penelitian Tahap 1

Penelitian tahap 1 dilakukan analisis bahan baku utama yang digunakan pada pembuatan tepung jagung nikstamalisasi, tepung pisang, pati ganyong, dan bubuk bunga telang. Tahap analisis awal bahan baku (tepung jagung ternikstamalisasi, tepung pisang, dan pati ganyong) serta bubuk bunga telang, ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dan nilai gizi yang terdapat pada bahan baku. Hasil penelitian tahap 1 dapat diamati pada tabel berikut.

**Tabel 3. Hasil Penelitian Tahap 1**

No.	Respon	Bubuk Bunga Telang
1	Aktivitas Antioksidan	146,52 ppm

Respon	Tepung Jagung Nikstamal	Tepung Pisang	Pati Ganyong
Kadar Air (%b/k)	8,21	6,65	10,05
Kadar Abu (%b/k)	2,72	1,24	0,49
Kadar Lemak (%b/k)	4,69	0,64	0,61
Kadar Protein (%b/k)	13,40	5,58	3,29
Kadar Karbohidrat (%b/k)	68,76	84,41	84,59
Kadar Amilosa (%)	16,69	12,50	31,66
Kadar Amilopektin(%)	50,34	63,26	45,53
Kadar Pati(%)	67,02	75,75	77,19
Kadar Serat (%)	2,22	1,48	0,98
Kadar Kalsium (mg/100 g)	7,47	19,72	14,25

## Hasil Penelitian Tahap 2

Tahapan penelitian ini dilakukan dengan pembuatan mie kering berdasarkan output perancangan desain penelitian yaitu perancangan variabel berubah beserta persentase total variabel berubah yang digunakan dalam produk dan rentang batasannya pada *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*. Output desain penelitian tersebut berupa 12 formulasi yang berbeda. Keduabelas formulasi tersebut akan dilakukan analisis fisika, kimia dan organoleptik, semua data hasil analisis diinput kedalam aplikasi sehingga akan didapat formulasi optimal dari *Design Expert*.

Hasil Analisis Respon Kimia

### 1. Kadar Air

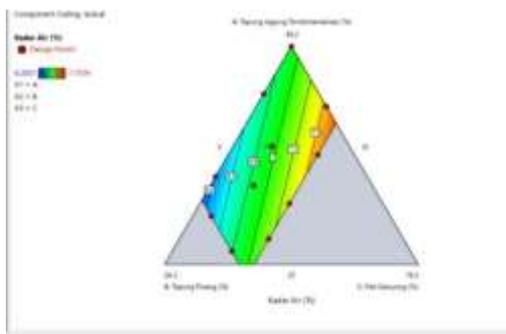
Model *polynomial* yang direkomendasikan oleh *Design Expert* untuk respon kadar air adalah model ordo *linear* dengan nilai *sequential p value* yang paling rendah yakni 0,0463.

**Tabel 4. Hasil Analisis Respon Kadar Air**

Formula	Kadar Air (%)
F1	6.68
F2	6.68
F3	7.16
F4	7.67
F5	7.56
F6	7.22
F7	7.17
F8	6.65
F9	6.29
F10	6.55
F11	6.59
F12	7.11

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), diperoleh nilai p "prob>F" pada model *ordo linear* yaitu 0,0463 (lebih kecil dari 0,05) yang menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis signifikan terhadap respon kadar air.

Besar nilai  $R^2$  adalah 0,4949 yang menunjukkan bahwa variabel bebas dalam hal ini A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 49,49% terhadap variabel terikatnya yakni respon kadar air dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar variabel bebas.



**Gambar 1. Grafik *Contour Plot* Respon**

### **Kadar Air**

Grafik *contour plot* pada Gambar 1, menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase pati ganyong. Perbedaan kandungan air yang terdapat pada mie kering karena perbedaan jenis bahan yang digunakan. Kadar air pada tepung jagung nikstamal dan pati ganyong lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air pada tepung pisang.

Pada penelitian ini didapatkan hasil kadar air tepung jagung nikstamal sebesar 8,21%, tepung pisang 6,65%, dan pati ganyong 10,05%. Hal ini mengakibatkan semakin meningkatnya jumlah tepung jagung nikstamal dan pati ganyong dan semakin sedikitnya penambahan tepung pisang dalam pembuatan mie kering maka kadar air mie kering yang dihasilkan semakin meningkat.

### **2. Kadar Abu**

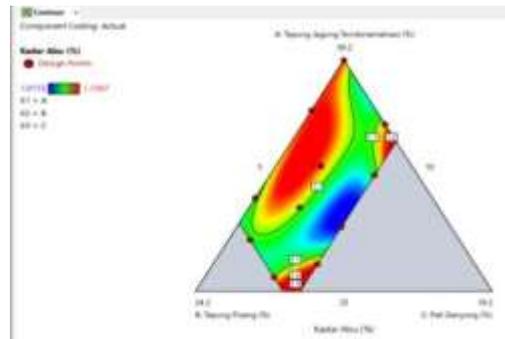
Model ordo yang ditetapkan pada respon kadar abu adalah *quartic vs quadratic*. Model ordo ditetapkan berdasarkan nilai *sequential p value* yang paling rendah yakni 0,010. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) diperoleh nilai p "prob>F" pada model quadratic yaitu 0,0016 (lebih kecil dari 0,05). Nilai p "prob>F" yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis signifikan terhadap respon kadar abu.

**Tabel 5. Hasil Analisis Respon Kadar Abu**

<b>Formula</b>	<b>Kadar Abu (%)</b>
F1	1.10
F2	1.02
F3	1.11
F4	1.08
F5	1.13
F6	1.16
F7	1.15
F8	1.15
F9	1.09

F10	1.14
F11	1.08
F12	1.14

Besar nilai  $R^2$  adalah 0,9962 yang menunjukkan bahwa variabel bebas dalam hal ini A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 99,62% terhadap variabel terikatnya yakni respon kadar abu dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar variabel bebas.



**Gambar 2. Grafik Contour Plot Respon**

### Kadar Abu

Grafik *contour plot* pada Gambar 2, menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase tepung jagung nikstamal. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui kadar abu mie kering sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Musita (2013) tentang mie jagung nikstamal didapatkan kadar abu sebesar 1,79%.

Hasil kadar abu mie kering pada penelitian ini berkisar antara 1,02% - 1,15%. Kadar abu suatu produk dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terdapat pada bahan pangan. Semakin tinggi kadar abu, semakin tinggi juga kandungan mineral yang ada di dalam produk tersebut. Mineral yang terdapat dalam produk pangan terdiri dari dua garam, yaitu garam organik dan anorganik (Permata dkk, 2016).

### 3. Kadar Lemak

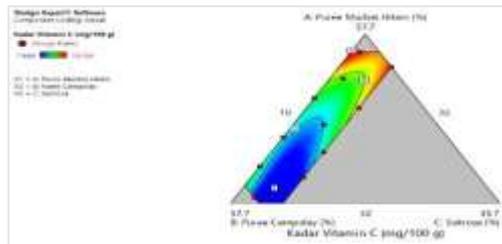
Model *polynomial* yang direkomendasikan oleh *Design Expert* untuk respon kadar lemak adalah model ordo *linear* dengan nilai *sequential p value* yang paling rendah yakni 0,0205. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), diperoleh nilai  $p$  "prob>F" pada model *ordo linear* yaitu 0,0205 (lebih kecil dari 0,05) yang menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis signifikan terhadap respon kadar lemak.

**Tabel 6. Hasil Analisis Respon Kadar Lemak**

Formula	Kadar Lemak (%)
F1	2.82
F2	1.71
F3	1.53
F4	1.65
F5	2.33
F6	1.72

F7	1.74
F8	3.33
F9	2.01
F10	2.14
F11	2.13
F12	2.46

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) 0,5786 menunjukkan bahwa variabel A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 57,86% terhadap variabel terikatnya yakni respon kadar lemak dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar variabel tersebut.



**Gambar 3. Grafik *Contour Plot* Respon Kadar Lemak**

Grafik *contour plot* respon kadar lemak dengan model ordo *linear* menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase tepung jagung nikstamal. Kadar lemak dalam suatu pangan dipengaruhi oleh banyaknya bahan pangan lainnya, kadar lemak pada mie kering tepung komposit cenderung menurun seiring dengan substitusi pati ganyong.

Hal ini diakibatkan oleh kadar lemak pada ganyong lebih rendah dibandingkan dengan tepung jagung nikstamal dan tepung pisang. Berdasarkan pada data penelitian ini didapatkan bahwa kadar lemak tepung jagung nikstamal sebesar 4,69%, tepung pisang 0,64%, dan pati ganyong 0,61%.

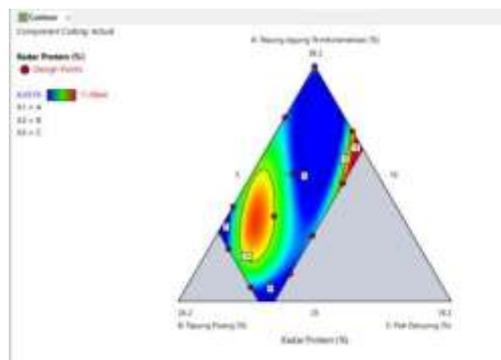
#### 4. Kadar Protein

Model ordo yang ditetapkan pada respon kadar protein adalah *cubic*. Model ordo *cubic* ditetapkan berdasarkan nilai *sequential p value* yang paling rendah yakni 0,1276.

**Tabel 7. Hasil Analisis Respon Kadar Protein**

Formula	Kadar Protein (%)
F1	9.94
F2	6.50
F3	7.05
F4	11.98
F5	10.18
F6	6.12
F7	6.64
F8	7.35
F9	6.96
F10	6.80
F11	6.06
F12	6.63

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) sebesar 0,9625 menunjukkan variabel bebas yaitu A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 96,25% terhadap variabel terikatnya yakni respon kadar protein dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain diluar variabel bebas.



**Gambar 4. Grafik Contour Plot Respon Kadar Protein**

Kehilangan kadar protein ini terjadi selama proses pengolahan yaitu pada proses perendaman, pengukusan dan pengeringan selama proses perendaman protein akan turun. Menurut Wirdayanti (2012), bahwa cara pemasakan (perebusan/pengukusan) memengaruhi kehilangan protein selama proses pembuatannya. Semakin lama pengukusan semakin banyak protein yang hilang antara pengukusan dan perebusan tidak jauh berbeda dalam kehilangan proteinnya. Dengan cara pengukusan akan lebih cepat kering dibandingkan dengan perebusan. Hasil penelitian menunjukkan kadar protein dari beberapa formula yang telah diperoleh telah mencapai standar yang tertera mutu pada standar mutu mie kering SNI 8217-2015 minimal 10%.

## 5. Kadar Karbohidrat

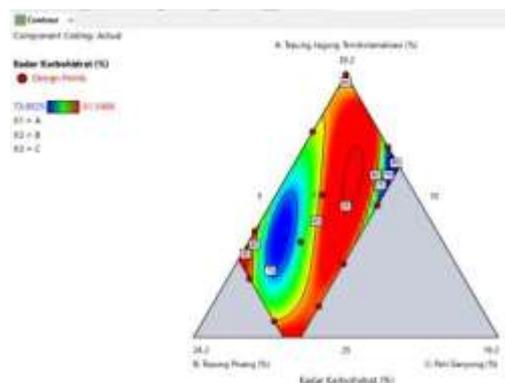
Hasil analisis ragam (ANOVA), diperoleh nilai p "prob>F" pada model *cubic* yaitu 0,1081 (lebih besar dari 0,05). Nilai p "prob>F" yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis tidak signifikan terhadap respon kadar karbohidrat.

**Tabel 8. Hasil Analisis Respon Kadar Karbohidrat**

Formula	Kadar Karbohidrat (%)
F1	76.73
F2	81.38
F3	79.99
F4	73.95
F5	75.26
F6	80.55
F7	80.16
F8	78.87
F9	81.26
F10	80.83
F11	81.55
F12	79.55

Penentuan model ordo pada setiap respon didasarkan pada nilai *sequential p value* paling rendah. Namun pada kondisi tertentu, model ordo juga ditentukan berdasarkan nilai *adjusted R<sup>2</sup>*, *predicted R<sup>2</sup>*, dan model dengan polinomial yang lebih tinggi. Nilai *sequential p value* paling rendah terdapat pada model ordo *linear* (0,0649) akan tetapi yang ditentukan sebagai model ordo pada respon kadar air adalah *cubic* (0,0931) karena *adjusted R<sup>2</sup>*, *predicted R<sup>2</sup>*, dan model dengan polinomial yang lebih tinggi.

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) sebesar 0,9749 menunjukkan variabel bebas yaitu A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 97,49% terhadap variabel terikatnya yakni respon kadar karbohidrat dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain diluar variabel bebas.



**Gambar 5. Grafik Contour Plot Respon Kadar Karbohidrat**

Kadar karbohidrat mie kering yang disubstitusi dengan tepung pisang semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi substitusi. Hal ini disebabkan karena kadar karbohidrat tepung pisang lebih tinggi, kadar karbohidrat tepung pisang yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 84,41%.

Kadar karbohidrat dipengaruhi oleh kadar komponen gizi lain. Semakin tinggi kadar komponen gizi lain maka kadar karbohidratnya akan semakin rendah. Begitu pula sebaliknya, semakin rendah kadar komponen gizi lain maka kadar karbohidratnya akan semakin tinggi. Komponen yang memengaruhi besarnya kadar karbohidrat yang ditentukan dengan metode *by difference* adalah air, abu, protein, lemak, dan serat kasar.

## 6. Kadar Serat Kasar

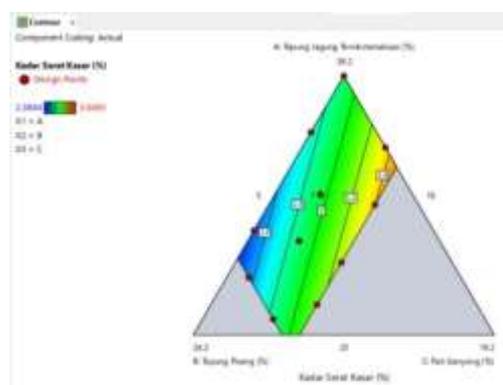
Model *polynomial* yang direkomendasikan oleh *Design Expert* untuk respon kadar serat kasar adalah model ordo *linear* dengan nilai *sequential p value* yang paling rendah yakni 0,0476. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), diperoleh nilai p "*prob>F*" pada model *ordo linear* yaitu 0,0476 (lebih kecil dari 0,05) yang menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis

signifikan terhadap respon kadar serat kasar.

**Tabel 9. Hasil Analisis Respon Serat Kasar**

Formula	Kadar Serat Kasar (%)
F1	2.72
F2	2.71
F3	3.17
F4	3.65
F5	3.55
F6	3.24
F7	3.15
F8	2.65
F9	2.38
F10	2.54
F11	2.58
F12	3.11

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) sebesar 0,4918 menunjukkan variabel bebas yaitu A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 49,18% terhadap variabel terikatnya yakni respon kadar serat kasardan sisanya dipengaruhi oleh faktor- faktor lain diluar variabel bebas.



**Gambar 6. Grafik Contour Plot Respon**

**Optimalisasi Formula Mie Kering Berbasis Tepung Komposit Dengan Pewarna Bunga Telang Menggunakan Design Expert D-Optimal Terhadap Penurunan Mutu Selama Penyimpanan**

## Kadar Serat Kasar

Grafik *contour plot* respon serat kasar dengan model ordo *linear* menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase pati ganyong. Menurut Damayanti dkk (2020) menjelaskan bahwa serat merupakan polisakarida yang dapat menyerap air sehingga proses gelatinisasi terganggu sehingga menghasilkan tekstur yang kokoh dan kuat yang menyebabkan produk menjadi keras. Semakin tinggi kandungan seratnya, semakin keras produk yang dihasilkan. Protein berpengaruh terhadap peningkatan kekerasan karena protein dapat membentuk ikatan kompleks dengan pati.

Perbedaan kandungan serat kasar yang terdapat pada mie kering karena perbedaan jenis bahan yang digunakan, kadar serat kasar mie kering yang disubstitusi dengan pati ganyong dan tepung jagung nikstamal semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi substitusi. Peningkatan kadar serat sejalan dengan daya serap air, dimana bahan pangan dengan kadar serat kasar yang tinggi mampu menyerap air sehingga dapat menyebabkan peningkatan terhadap kadar air produk pangan. Semakin tinggi kandungan serat kasar maka semakin tinggi pula tingkat penyerapan airnya (Satria dkk, 2018).

## 7. Kadar Kalsium

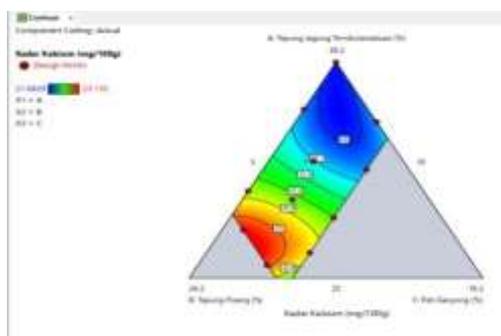
Model ordo yang ditetapkan pada respon kadar kalsium adalah *quartic vs quadratic* dengan nilai *sequential p value* yakni 0,0279. Terdapat nilai *sequential p value* yang lebih rendah pada model *linear*. Akan tetapi nilai *adjustment R<sup>2</sup>* dan pangkat polinomial model ordo *quadratic* lebih tinggi dibandingkan pada model *linear*.

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) diperoleh nilai p "prob>F" pada model *quartic vs quadratic* yaitu 0,0008 (lebih kecil dari 0,05). Nilai p "prob>F" yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis signifikan terhadap respon kadar kalsium.

**Tabel 10. Hasil Analisis Respon Kalsium**

Formula	Kadar Kalsium (%)
F1	22.69
F2	22.59
F3	23.05
F4	22.14
F5	22.13
F6	22.84
F7	22.23
F8	21.94
F9	22.72
F10	22.17
F11	23.14
F12	22.12

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) sebesar 0,9975 menunjukkan variabel bebas yaitu A (tepung



jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 99,75% terhadap variabel terikatnya yakni respon kadar kalsium dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain diluar variabel bebas.

### Gambar 7. Grafik *Contour Plot* Respon Kadar Kalsium

Grafik *contour plot* respon kadar kalsium dengan model ordo *quartic vs quadratic* menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase tepung pisang.

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui kadar kalsium mie kering akan meningkat seiring dengan substitusi pati ganyong. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Budiarsih dkk (2010) tentang kajian penggunaan tepung ganyong (*Canna edulis Kerr*) sebagai substitusi tepung terigu pada pembuatan mie kering, kalsium mie kering yang didapatkan berkisar antara 0,0552- 0,0596% (db). Kadar kalsium mie kering yang disubstitusi dengan tepung ganyong semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi substitusi. Hal ini disebabkan karena kadar kalsium tepung ganyong lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar kalsium tepung terigu.

Kadar kalsium mie kering juga meningkat seiring dengan peningkatan substitusi tepung pisang, dimana semakin tinggi substitusi tepung pisang maka kadar kalsium mie kering juga akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena kadar kalsium dari tepung pisang lebih tinggi daripada kadar kalsium pada tepung jagung nikstamal. Besarnya kadar kalsium pada tepung pisang adalah 19,82 mg/100gr sedangkan kadar kalsium pada tepung jagung nikstamal 7,47 mg/100gr.

## B. Respon Fisik

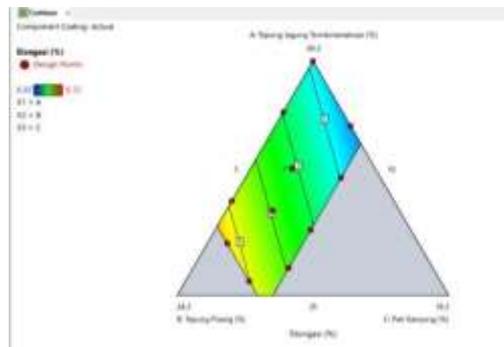
### 1. Elongasi

Model *polynomial* yang direkomendasikan oleh *Design Expert* untuk respon uji elongasi adalah model ordo *linear* dengan nilai *sequential p value* yang paling rendah yakni 0,2632. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), dengan nilai  $p > F$  model *ordo linear* yaitu 0,2632 (lebih besar dari 0,05) yang menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis tidak signifikan terhadap respon uji elongasi.

**Tabel 11. Hasil Uji Elongasi**

Formula	Uji Elongasi (%)
F1	0.33
F2	6.32
F3	5.83
F4	1.73
F5	1.87
F6	1.15
F7	1.4
F8	0.43
F9	6.72
F10	6.5
F11	4.97
F12	3.42

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) pada respon uji elongasi sebesar 0,2567. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel bebas yaitu A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 25,67% terhadap variabel terikatnya yakni respon uji elongasi dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar variabel bebas.



**Gambar 8. Grafik Contour Plot Respon Uji Elongasi**

Grafik *contour plot* respon uji elongasi dengan model ordo *linear* menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase tepung pisang.

**Tabel 12. Ringkasan Hasil Analisis Karakteristik Mie Kering**

Formula	Tensile Strength (mPA)	Elongasi (%)
F1	2.811	0.33
F2	4.841	6.32
F3	19.010	5.83
F4	11.048	1.73
F5	8.461	1.87
F6	10.797	1.15
F7	20.514	1.4
F8	3.457	0.43
F9	2.487	6.72
F10	1.894	6.5
F11	18.272	4.97
F12	26.783	3.42

Tensile strength menunjukkan besarnya gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan mie masak pada saat diberi perlakuan mekanis berupa tarikan. Makin banyak tepung jagung nikstamal yang ditambahkan pada mie, nilai *tensile strength* mie yang dihasilkan makin besar. Menurut Hou (2010), mie dengan bahan tinggi amilosa memiliki nilai *tensile strength* yang besar. *Tensile strength* pada mie dengan tepung jagung nikstamal yang lebih banyak memiliki nilai yang lebih besar. Besarnya nilai *tensile strength* ini karena tepung jagung nikstamal banyak mengandung protein. Penggunaan bahan baku yang berprotein tinggi mempengaruhi tekstur mie yang dihasilkan.

Elastisitas dapat diukur berdasarkan nilai elongasi. Elongasi adalah perubahan panjang mie maksimum saat memperoleh gaya tarik sampai mie putus. Elongasi dipengaruhi oleh kandungan gluten pada bahan, proporsi amilosa dan amilopektin maupun proses adonan. Selain faktor tersebut, elongasi juga dipengaruhi oleh komposisi adonan. Elongasi menunjukkan persen pemanjangan maksimum mie ketika menerima perlakuan mekanis berupa

tarikan. Mie dengan elongasi yang tinggi menunjukkan kualitas yang baik, karena tidak mudah putus dan hancur ketika dimasak atau dikonsumsi.

### C. Respon Sensoris

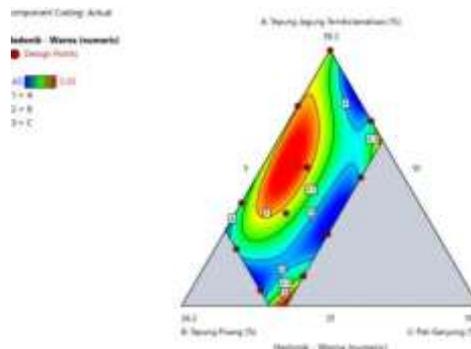
#### 1. Uji Hedonik - Warna

Model ordo yang ditetapkan pada respon uji hedonik warna adalah *special quartic vs quadratic* dengan nilai *sequential p value* yakni 0,0726. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) diperoleh nilai p "prob>F" yaitu 0,0346 (lebih kecil dari 0,05). Nilai p "prob>F" yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis signifikan terhadap respon uji hedonik warna.

**Tabel 13. Hasil Analisis Respon Warna**

Formula	Skor Warna
F1	4.70
F2	3.65
F3	3.69
F4	4.00
F5	4.12
F6	4.54
F7	4.97
F8	4.77
F9	4.13
F10	5.35
F11	4.19
F12	4.99

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) pada respon uji hedonik warna sebesar 0,9685. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel bebas yaitu A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 96,85% terhadap variabel terikatnya yakni respon uji hedonik warna dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar variabel bebas.



**Gambar 9. Grafik Contour Plot Respon**

## Warna

Grafik *contour plot* respon uji hedonik warna dengan model ordo *special quartic vs quadratic* menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase tepung jagung nikstamal.

Rasio penggunaan tepung jagung juga menjadi faktor pemilihan kesukaan respon warna mie kering, semakin banyak penggunaan tepung jagung maka warna mie kering yang dihasilkan semakin kuning. Hal ini karena warna tepung jagung adalah kuning sehingga meningkatkan nilai warna kuning dari mie kering. Selain itu, warna pada mie kering tepung komposit ini karena tepung jagung yang digunakan proses nikstamalisasi dimana cara penggilingan yang dilakukan adalah penggilingan basah yaitu mengalami proses perendaman pada saat proses nikstamalisasi jagung.

Menurut Sari dkk (2018) tentang uji sensori terhadap warna mie instan berkisar antara skor 1,71-2,46 (suka). Jika dikaitkan dengan uji secara deskriptif, panelis semakin menyukai mie yang semakin berwarna kuning. Hal ini diduga karena warna kuning menunjukkan warna yang lebih bagus dan menarik. Warna bahan baku yang digunakan dalam pengolahan mie berperan penting dalam penentuan warna mie yang dihasilkan.

Warna kuning ini karena adanya pigmen karotenoid yaitu karoten, lutein, dan zeaxanthin yang terkandung di dalam jagung. Pigmen karotenoid tersebut sebagian besar yaitu sekitar 95-97% terdapat di bagian endosperma jagung dengan 75% terdapat di bagian endosperma yang keras. Penggunaan tepung pisang tidak memberikan pengaruh banyak terhadap warna mie kering yang dihasilkan hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ekafitri (2009) warna mie yang kurang cerah juga dapat disebabkan oleh terikatnya pigmen yang terekstrak selama pemanasan oleh pati.

## 2. Uji Hedonik - Aroma

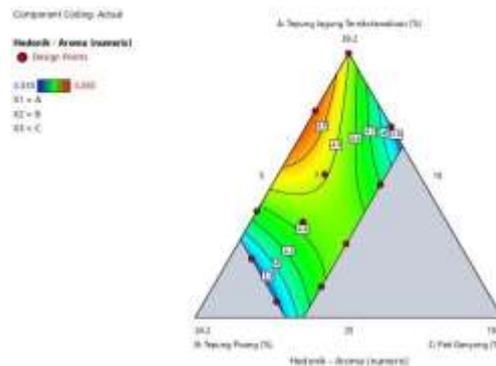
**Tabel 14. Hasil Analisis Respon Aroma**

Formula	Skor Aroma
F1	4.48
F2	4.50
F3	3.54
F4	3.85
F5	4.11
F6	4.64
F7	4.80
F8	4.50
F9	4.29
F10	4.35
F11	3.90
F12	5.09

Model ordo yang ditetapkan pada respon uji hedonik aroma adalah *quadratic* dengan nilai *sequential p value* yang paling rendah yakni 0,0492. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), diperoleh nilai p "prob>F" pada model *quadratic* yaitu 0,0653 (lebih besar dari 0,05). Nilai p "prob>F" yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis tidak signifikan terhadap respon aroma.

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) pada respon uji hedonik aroma sebesar 0,7628. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel bebas yaitu A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan

C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 76,28% terhadap variabel terikatnya yakni respon uji hedonik aroma dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar variabel



bebas.

**Gambar 10. Grafik Contour Plot**

### Respon Aroma

Grafik *contour plot* respon uji hedonik aroma dengan model ordo *quadratic* menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase tepung jagung nikstamal dan pati ganyong.

Menurut Pangesthi (2009) dalam penelitiannya tentang pemanfaatan pati ganyong (*Canna edulis*) pada pembuatan mie segar sebagai upaya penganekaragaman pangan non beras pati gayong mengandung kadar protein dibawah 1% dan kadar lemaknya tinggi yaitu 6,43%. Inilah penyebab munculnya aroma khas yang relatif tajam pada produk pati ganyong dalam keadaan segar, dengan demikian jenis pati ini memiliki aroma yang tidak netral. Kekurangan ini menjadikan kendala atas produk mie yang dibuat dari pati ganyong, karena merubah aroma mie yang dihasilkan. Hal ini tampak dari nilai rata-rata aroma pada proporsi pati ganyong, yang menunjukkan bahwa substitusi pati ganyong dalam jumlah proporsi yang semakin tinggi akan meningkatkan aroma ganyong pada produk mie.

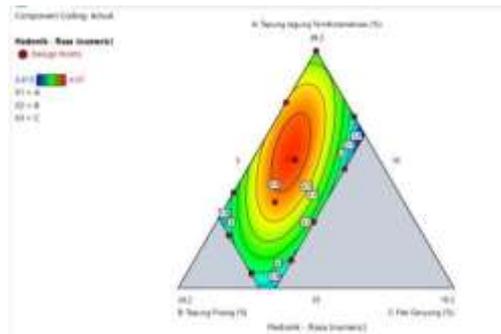
### 3. Uji Hedonik - Rasa

**Tabel 15. Hasil Analisis Respon Rasa**

Sampel	Skor Rasa
F1	4.72
F2	3.42
F3	3.94
F4	4.05
F5	3.85
F6	4.32
F7	4.97
F8	4.05
F9	3.92
F10	4.80
F11	3.95
F12	4.97

Model ordo yang ditetapkan pada respon uji hedonik rasa adalah *quadratic* dengan nilai *sequential p value* yang paling rendah yakni 0,0755. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), diperoleh nilai p "prob>F" pada model *quadratic* yaitu 0,1184 (lebih besar dari 0,05). Nilai p "prob>F" yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis tidak signifikan terhadap respon rasa.

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) pada respon uji hedonik rasa sebesar 0,7026. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel bebas yaitu A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 70,26% terhadap variabel terikatnya yakni respon uji hedonik rasa dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar variabel bebas.



**Gambar 11. Grafik *Contour Plot***

## Respon Rasa

Grafik *contour plot* respon uji hedonik rasa dengan model ordo *quadratic* menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase tepung jagung nikstamal.

Rasa khas jagung yang masih tertinggal pada mie disebabkan karena lama pemasakan nikstamalisasi jagung yang relatif singkat sehingga menyebabkan kalsium hidroksida yang terserap relatif sedikit. Peningkatan rasio pati ganyong pada produk mie kering dalam penelitian ini kurang disukai hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pangesthi (2009) tentang pemanfaatan pati ganyong (*Canna edulis*) pada pembuatan mie segar sebagai upaya penganekaragaman pangan non beras diperoleh hasil mie ganyong dengan kadar substitusi pati ganyong tertinggi kurang disukai panelis karena rasa ganyong pada produk mie cukup tajam, keberadaan kadar lemak yang tinggi dalam pati mempunyai dampak yang kurang menguntungkan diantaranya mengakibatkan oksidasi lemak sehingga merubah rasa pati menjadi tidak menyenangkan.

## 4. Tekstur

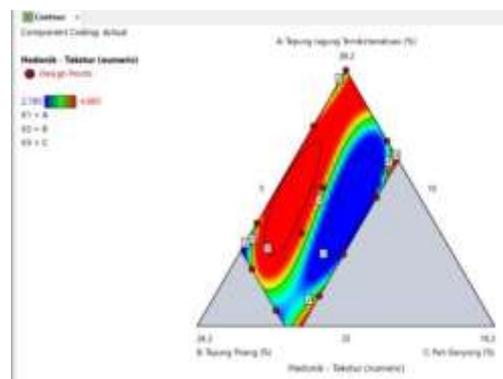
Model ordo yang ditetapkan pada respon tekstur adalah *cubic*. Model ordo *cubic* ditetapkan berdasarkan nilai *sequential p value* yang paling rendah yakni 0,0272. Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), diperoleh nilai p "prob<F" pada model *cubic* yaitu 0,0305 (lebih kecil dari 0,05). Nilai p "prob>F" yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan 12 formulasi yang dijadikan model awal analisis signifikan terhadap respon tekstur.

**Tabel 16. Hasil Analisis Respon Tekstur**

Formula	Skor Tekstur
F1	4,89
F2	2,79
F3	3,00

F4	3,17
F5	3,45
F6	4,47
F7	4,38
F8	3,89
F9	3,97
F10	4,60
F11	3,92
F12	4,77

Nilai *R-square* ( $R^2$ ) pada respon uji hedonik rasa sebesar 0,9931. Nilai tersebut menunjukkan bahwa variabel bebas yaitu A (tepung jagung nikstamal), B (tepung pisang) dan C (pati ganyong) memiliki pengaruh sebesar 99,31% terhadap variabel terikatnya yakni respon uji hedonik rasa dan sisanya dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar variabel bebas.



**Gambar 12. Grafik *Contour Plot***

### **Respon Tekstur**

Grafik *contour plot* respon uji hedonik tekstur dengan model ordo *cubic* menunjukkan daerah grafik berwarna merah sejalan dengan tingginya persentase tepung jagung nikstamal.

Tekstur pada mi dipengaruhi oleh ketiadaan gluten yang terkandung didalam tepung komposit. Kelemahan produk mi yang menggunakan tepung berbasis non terigu adalah kurangnya kualitas tekstur dan elastisitas, tingginya kehilangan padatan selama pemasakan dan kelengketan (Witono dkk, 2012).

Pada penelitian ini terlihat bahwa semakin banyak pati ganyong yang ditambahkan dalam formula mie kering makan kekenyalan mie akan semakin meningkat, hal ini sesuai dengan penelitian Pangesthi (2009) menyatakan bahwa kemampuan pati dalam pembentukan gel ini dapat menambahkan sifat kekenyalan pada pembuatan mie.

Hal ini seperti ditunjukkan dari nilai rata-rata kekenyalan dari proporsi pati ganyong, bahwa substitusi pati ganyong dalam jumlah proporsi yang semakin tinggi akan semakin meningkatkan nilai kekenyalan pada produk mie ganyong. Bahkan dalam kenyataanya penggunaan pati ganyong hingga mencapai proporsi 50% justru menghasilkan mie dengan karakter kekenyalan yang tinggi.

### **D. Formula Terpilih**

Formula terpilih merupakan solusi atau formulasi optimal yang diprediksikan oleh *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* berdasarkan analisis terhadap respon kimia yaitu kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar serat kasar dan

kadar kalsium. Pengujian fisik yaitu elongasi, serta pengujian organoleptik meliputi warna, aroma, dan tekstur.

Proses optimasi formula dilakukan untuk mendapatkan suatu formula dengan respon yang paling optimal. Respon yang paling optimal diperoleh dengan nilai *desirability* mendekati 1.

Tahap optimalisasi yang dilakukan memberikan duabelas solusi formula dengan nilai *desirability* masing-masing 0,802 ; 0,786 ; 0,767 ; 0,757 ; 0,710 ; 0,423 ; 0,327 ; 0,321 ; 0,310 ; 0,305 ; 0,303 dan ;

0,287. Solusi formula optimal tersebut didapatkan dari hasil *running* program *Design Expert* ver. 13 terhadap 12 formula yang kemungkinan akan memberikan hasil yang optimal. Berdasarkan solusi formula tersebut, dipilih formula yang memberikan nilai-*desirability* tinggi yang kemudian akan direkomendasikan oleh program *Design Expert* ver. 13.

Hasil analisis yang dilakukan terhadap duabelas solusi yang direkomendasikan oleh aplikasi *Design Expert* ver. 13, dipilih satu formula paling optimal dengan nilai *desirability* mendekati satu (0,802) yaitu solusi 1 yang memiliki formula 31,044% tepung jagung nikstamal, 16,719% tepung pisang, dan 6,437% pati ganyong.

Berdasarkan gambar tersebut, dapat dilihat bahwa kisaran nilai *desirability* optimum berada pada kisaran formula penggunaan tepung jagung nikstamal 31.044%, tepung pisang 16.719% dan pati ganyong 6.437%. formula ini memiliki *desirability* sebesar 0.802% yang artinya formula ini menghasilkan produk yang memiliki karakteristik sesuai dengan target optimasi sebesar 80.2%.

Formula ini diprediksikan akan menghasilkan kadar air 6.73%, kadar abu 1.16%, kadar lemak 2.16%, kadar protein

11.20%, kadar karbohidrat 73.95%, kadar

serat kasar 2.76%, kadar kalsium 22.59 mg/100g, uji elongasi 4.09%, nilai uji hedonik warna 5.29, nilai uji hedonik aroma 4.53, nilai uji hedonik rasa 4.72, dan nilai uji hedonik tekstur 6.84.

#### E. Hasil Verifikasi Formula Terpilih

Hasil verifikasi yang didapatkan masih memenuhi 95% confident interval dan 95% prediction interval yang telah diprediksikan. Oleh karena itu, persamaan yang didapatkan dianggap masih cukup baik untuk menentukan formula optimum dan respon yang didapatkan.

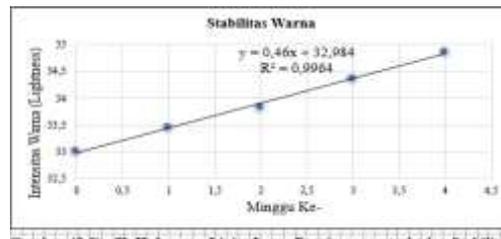
Berdasarkan hasil verifikasi yang dilakukan formula optimal memiliki kadar air sebesar 6,68%, kadar abu 1,11%, kadar lemak 1,24%, kadar protein 5,33%, kadar karbohidrat 82,10%, kadar serat kasar 3,47%, kadar kalsium 22,30mg/100g, dan elongasi 9,38%. Nilai uji hedonik dari formula optimal atribut rasa yaitu 5.00, atribut aroma 5,13 dan atribut rasa 4.95, atribut tekstur 4.66, artinya formula disukai oleh panelis.

### Hasil Penelitian Tahap 3 1. Stabilitas Warna

Tabel 17. Hasil Uji Stabilitas Warna Mie Telang Kering Selama Penyimpanan

Minggu Ke-	Lightness	Perubahan (%)	
		Terhadap 7 Hari Sebelumnya	Terhadap Hari Ke- 0
0	33,01	-	-
1	33,46	1,36	1,36
2	33,83	1,11	2,48

3	34,36	1,56	4,09
4	34,86	1,45	5,60



Gambar 13. Grafik Hubungan Linier Lama Penyimpanan terhadap Stabilitas Warna Mie Telang Kering

Berdasarkan Tabel 17, dapat diketahui bahwa stabilitas warna (lightness) untuk mie kering berkisar antara 33,01 sampai 34,86. Berdasarkan Tabel 17 dan Gambar 13, terlihat bahwa stabilitas warna (lightness) terus meningkat selama penyimpanan yang menunjukkan bahwa warna semakin cerah. Peningkatan stabilitas warna terkecil terjadi pada minggu ke-2 yaitu sebesar 1,11% sedangkan peningkatan terbesar terjadi pada minggu ke-3 yaitu sebesar 1,56% dari hasil pengamatan sebelumnya. Setelah disimpan selama empat minggu nilai stabilitas warna pada mie kering telang mengalami peningkatan sebesar 5,60% dari nilai awal.

Berdasarkan hasil perhitungan regresi linier sederhana untuk stabilitas warna mie telang kering, diperoleh persamaan regresi linier  $y = 0,46x + 32,984$  dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) yaitu 0,9982 dan koefisien determinasi ( $r^2$ ) yaitu 0,9964 dalam hal ini  $y$  merupakan nilai *lightness* dan  $x$  merupakan lama penyimpanan.

Nilai koefisien korelasi ( $r$ ) 0,9982 menunjukkan adanya korelasi langsung atau korelasi positif dengan sifat bahwa nilai  $x$  yang besar berpasangan dengan nilai  $y$  yang besar dan nilai  $x$  yang kecil berpasangan dengan nilai  $y$  yang kecil pula. Nilai koefisien  $b$  (0,46) bertanda positif menunjukkan peningkatan atau penambahan yang memberikan arti bahwa untuk setiap  $x$  (lama penyimpanan) bertambah satu hari, maka warna akan cerah.

Tabel 18. Hasil Uji Stabilitas Warna  
*Lightness* dan nilai  $a^*$   $b^*$

Minggu ke-	Lightness	$a^*$ (Hijau - Merah)	$b^*$ (Biru - Kuning)
0	33,01	1,01	2,39
1	33,46	1,21	2,60
2	33,83	1,84	2,92
3	34,36	1,10	2,57
4	34,86	1,97	2,09

Berdasarkan data penelitian dari minggu ke-0 sampai minggu ke-4 didapatkan hasil yaitu selama penyimpanan, nilai warna  $L^*$  mie kering selama penyimpanan menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan maka nilai warna  $L^*$  semakin besar yang berarti warna yang diperoleh semakin terang. Hasil yang diperoleh nilai  $a^*$  dan  $b^*$  mengalami peningkatan dan penurunan. Peningkatan dan penurunan nilai  $a^*$  dan  $b^*$  tidak stabil dan tidak sejalan dengan peningkatan kecerahan.

Nilai warna ( $a^*$ ) mie kering cenderung mengalami peningkatan. Perubahan derajat warna dipengaruhi oleh penyimpanan yang secara signifikan sehingga menyebabkan peningkatan nilai warna ( $a^*$ ) dari hijau ke merah hal ini karena terjadinya proses oksidasi terhadap warna secara alami dan adanya oksigen serta enzim yang membantu terjadinya

perombakan selama penyimpanan tersebut (Ahmed, 2015). Nilai b\* mie kering telang selama penyimpanan pada penelitian ini didapatkan hasil semakin lama penyimpanan maka didapatkan nilai b\* yang rendah yaitu warna yang dihasilkan dari bahan pangan lemah atau pudar, sedangkan nilai b\* yang tinggi maka warna yang diperoleh terlihat sangat kuat.

Perubahan warna pada mie kering telang dipengaruhi oleh reaksi maillard. Bahan makanan mengandung karbohidrat dan protein akan mengalami pencoklatan non-enzimatis, apabila bahan tersebut dipanaskan (reaksi Maillard) akan dapat menghasilkan bau enak maupun tidak enak, pengaruh panas selama pengeringan dapat menyebabkan terjadinya reaksi (Maillard) antara senyawa amino dengan gula pereduksi. Reaksi antara asam amino dengan gula pereduksi tersebut akan membentuk melanoidin, suatu polimer berwarna coklat yang dapat menurunkan nilai kenampakan produk. Sehingga produk yang dihasilkan akan semakin gelap. Pencoklatan juga terjadi karena reaksi antara protein, peptida dan asam amino dengan hasil dekomposisi lemak (Ubadillah, 2008)

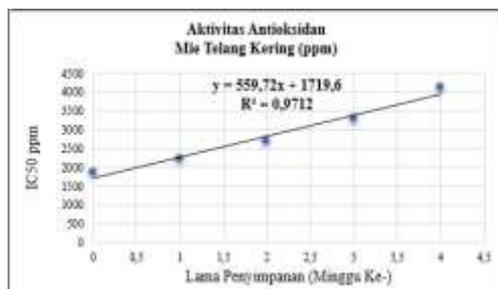
Menurut Satriyanto et al (2012) perubahan warna pada mie kering telang juga disebabkan oleh proses perubahan pigmen warna akibat adanya proses pengolahan yaitu adanya proses pemanasan mulai dari pengukusan, pengeringan dan perebusan. Hasil korelasi menunjukkan semakin lama waktu penyimpanan akan meningkatkan nilai L\* atau tingkat kecerahan, penurunan nilai L\* juga diikuti dengan penurunan warna a\*.

## 2. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang rentan teroksidasi dengan adanya efek seperti cahaya, panas, logam peroksida, atau secara langsung bereaksi dengan oksigen sehingga aktivitas antioksidan mengalami penurunan selama penyimpanan (Farikha, 2013). Menurut Sudarmadji dkk (2010), antioksidan yang disimpan pada suhu kamar akan mengalami penurunan kualitas yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak dapat dikendalikan seperti adanya panas dan oksigen sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi maupun degradasi antioksidan cukup besar.

**Tabel 19. Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan Mie Telang Kering Selama Penyimpanan**

inggu Ke-	IC <sub>50</sub> (ppm)	Perubahan (%)	
		Terhadap 7 Hari Sebelumnya	Terhadap Hari Ke- 0
0	1865,93	-	0
1	2223,44	19,16	19,16
2	2688,91	20,93	30,60
3	3278,45	21,92	75,70
4	4137,03	26,19	121,71



**Gambar 14. Grafik Hubungan Linier Lama Penyimpanan terhadap Aktivitas Antioksidan Mie Kering Telang**

Berdasarkan Tabel 19, dapat diketahui bahwa nilai  $IC_{50}$  untuk mie kering berkisar antara 1865,93 ppm sampai 4137,03 ppm. Berdasarkan Tabel 19 dan Gambar 14, terlihat bahwa nilai  $IC_{50}$  terus meningkat selama penyimpanan yang menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan semakin menurun selama penyimpanan karena semakin besar nilai  $IC_{50}$ , maka semakin menurun aktivitas antioksidannya. Peningkatan nilai  $IC_{50}$  terkecil terjadi pada minggu pertama penyimpanan yaitu sebesar 19,16% sedangkan peningkatan terbesar terjadi pada minggu keempat penyimpanan yaitu sebesar 26,19% dari

hasil pengamatan sebelumnya. Setelah disimpan selama 30 hari, nilai  $IC_{50}$  pada mie kering telang mengalami peningkatan sebesar 121,71% dari nilai  $IC_{50}$  awal.

Selama penyimpanan terjadi perubahan tingkat kekuatan aktivitas antioksidan mie kering telang berdasarkan kriteria tingkat kekuatan aktivitas antioksidan. Pada penyimpanan minggu ke-0 hingga minggu ke-4 aktivitas antioksidan mie kering telang termasuk ke dalam kategori sangat lemah karena memiliki nilai  $IC_{50} > 200$  ppm.

Berdasarkan hasil perhitungan regresi linier sederhana untuk aktivitas antioksidan mie kering telang, diperoleh persamaan regresi linier  $y = 559,72x + 1719,6$  dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) yaitu 0,9855 dan koefisien determinasi ( $r^2$ ) yaitu 0,9712, dalam hal ini  $y$  merupakan nilai  $IC_{50}$  dan  $x$  merupakan lama penyimpanan. Nilai koefisien korelasi ( $r$ ) 0,9855 menunjukkan adanya korelasi langsung atau korelasi positif dengan sifat bahwa nilai  $x$  yang besar berpasangan dengan nilai  $y$  yang besar dan nilai  $x$  yang kecil berpasangan dengan nilai  $y$  yang kecil pula. Nilai koefisien  $b$  (559,72) bertanda positif menunjukkan peningkatan atau penambahan yang memberikan arti bahwa untuk setiap  $x$  (lama penyimpanan) bertambah satu hari, maka rata-rata nilai  $IC_{50}$  bertambah 559,72 ppm.

## Kesimpulan

1. Berdasarkan data 12 formulasi produk, diperoleh satu formulasi optimal yang telah diprediksi oleh program *Design Expert 13.0* metode *Mixture D-Optimal* yang memiliki nilai ketepatan (*desirability*) 0,802 dengan kadar air 6.73%, kadar abu 1.16%, kadar lemak 2.16%, kadar protein 11.20%, kadar karbohidrat 73.95%, kadar serat kasar 2.76%, kadar kalsium 22.59mg/100g, uji elongasi 4.09%, nilai uji hedonik warna 5.29, nilai uji hedonik aroma 4.53, nilai uji hedonik rasa 4.72, dan nilai uji hedonik tekstur 6.84.
2. Berdasarkan penelitian utama, diketahui bahwa lama penyimpanan berkorelasi positif terhadap stabilitas warna mie telang kering. Hal tersebut ditunjukkan dengan persamaan regresi yang diperoleh, yaitu  $y = 0,46x + 32,984$  dengan nilai koefisien korelasi  $r = 0,9982$ . Persamaan tersebut menunjukkan nilai stabilitas warna mengalami peningkatan dengan semakin lamanya waktu penyimpanan.
3. Lama penyimpanan berkorelasi positif terhadap aktivitas antioksidan ( $IC_{50}$ ) mie telang kering. Hal tersebut ditunjukkan dengan persamaan regresi yang diperoleh, yaitu  $y = 559,72x + 1719,6$  dengan nilai koefisien korelasi  $r = 0,9855$ . Persamaan tersebut menunjukkan nilai  $IC_{50}$  mengalami peningkatan dengan semakin lamanya waktu penyimpanan atau aktivitas antioksidan mengalami penurunan dengan semakin lamanya waktu penyimpanan.

## Bibliografi

Akbar, M.A. 2012. Optimasi Ekstraksi Spent Bleaching Earth Dalam Recovery 12 Minyak Sawit. Teknik kimia Universitas Indonesia. Depok.

- Arvie, Y. 2009. Kajian Sifat Organoleptik dan Reologi Mie Pati Jagung. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. Hlm: 53-54.
- Astawan, M. 2008. Teknologi Pembuatan Mi Instan. Penerbit Gramedia. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Impor biji Gandum dan Meslin Menurut Negara Asal Utama 2010-2020. Badan Pusat Statistik.
- Budiarsih, D. R., B.K, Anandito., dan G, Fauza. 2010. Kajian Penggunaan Tepung Ganyong (*Canna Eduliskerr*) sebagai Substitusi Tepung Terigu pada Pembuatan Mi Kering. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* 3(2):87-94
- Damayanti, S., Bintoro, V. P., dan Setiani,  
 B. E. (2020). Pengaruh Penambahan Tepung Komposit Terigu, Bekatul dan Kacang Merah terhadap Sifat Fisik Cookies. *Journal of Nutrition College*, 9(3), 180–186.  
<https://doi.org/10.14710/jnc.v9i3.27046>.
- Ekafitri, R., Kumalasari, R. dan Indrianti,  
 N. (2011). Karakterisasi tepung jagung dan tapioka serta mie instan jagung yang dihasilkan. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi – IV Tanggal 29-30 November 2011*. Bandar Lampung.
- Farikha, I. 2013. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Bahan Penstabil Alami Terhadap Karakteristik Fisikokimia Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 1*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Kusbandari, A. 2015. Analisis Kualitatif Kandungan Sakarida Dalam Tepung Dan Pati Umbi Ganyong (*Canna edulis Ker.*), *Pharmaciana*. doi: 10.12928/pharmaciana.v5i1.2284.
- Lesmiawati, L. (2019). Pengaruh Perbandingan Tepung Komposit Dan Ukuran Partikel Tepung Terhadap Karakteristik Spaghetti Dengan Pewarna Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*). Tugas Akhir. Universitas Pasundan : Bandung
- Lubis, S. 2019. Pengaruh penggunaan pati ganyong (*Canna edulis*) dan ekstrak daun suji (*Dracaena angustifolia*) terhadap karakteristik bolu kukus. *Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya*. Palembang.
- Makasana, J., & Dholakiya, B. Z. (2017). Extractive determination of bioactive flavonoids from butterfly pea ( *Clitoria ternatea* Linn ). *Research on Chemical Intermediates*, 43(2), 783–799. <https://doi.org/10.1007/s11164-016-2664-y>
- Musita, N. 2018. Kajian Kadar Aflatoksin dan Proksimat Tepung Jagung Nikstamalisasi Pada Berbagai Lama Perendaman, *Prosiding Seminar Nasional I Hasil Litbangyasa Industri Palembang*, 18 Oktober 2018 ISSN 2654-8550.
- NN. *Gluten-Free, Casein-Free Diet For Autism Spectrum Disorder*. *Children's Hospitals and Clinics Of Minesota*. 2011.
- Ovando-Martinez, M., Sayago- Ayerdi, S., Agama-Acevedo, E., Goni, I., and Bello-Perez, L. A.  
 2009. Unripe Banana Flour As an Ingredient to Increase The Undigestible Carbohydrate of Pasta. *Food Chemistry*. Vol 113: 121-126.

- Saifullah, R., F. M. A. Abbas, S. Y. Yeoh, dan M.E. Azhar. 2009. Utilization of green banana flour as a functional ingredient in yellow noodle. *International Food Research Journal*, 16:373-379.
- Santoso, B., Manssur, A. dan Malahayati, N. (2007). Karakteristik sifat fisik dan kimia edible film dari pati ganyong. Seminar Hasil-Hasil Penelitian Dosen Ilmu Pertanian dalam Rangka Seminar dan Rapat Tahunan (Semirata) Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri (BKS PTN) Wilayah Barat. Universitas Riau, 14-17 Juli 2007.
- Sari, R. N., U. Pato, S. Fitriani. 2018. Karakterisasi Mi Instan yang Dibuak dari Terigu dengan Substitusi Tepung Jagung Varietas Bisi-2. *Jurnal Sagu*. Vol 17 (2).
- Sudarmadji, Slamet, Bambang Haryono, dan Suhardi. 2010. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Pangesthi, T. 2009. Pemanfaatan Pati Ganyong (*Canna Edulis*) Pada Pembuatan Mie Segar Sebagai Upaya Penganekaragaman Pangan Non Beras. *Media Pendidikan, Gizi dan Kuliner*. Vol. 1. No.1.
- Permata, D.A., H. Ikhwan, dan Aisman. 2016. Aktivitas proteolitik papain kasar getah buah pepaya dengan berbagai metode pengeringan. *J. Teknologi Pertanian Andalas* 20(2): 58 – 64
- Siregar, G. S. 2009. Analisis Respon Penawaran Komoditas Jagung dalam Rangka Mencapai Swasembada Jagung di Indonesia. Bogor: Institut pertanian Bogor. [Online] <https://core.ac.uk/download/pdf/32347496.pdf>
- Uba'idillah, A. 2015. Karakteristik Fisiko Kimia Mie Kering Dari Tepung Terigu Yang di Substitusi Tepung Gadung Termodifikasi. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Jember.
- Ubadillah, A dan Hersoelisyorini, W. 2008. Kadar Protein dan Sifat Organoleptik Nugget Rajungan dengan Substitusi Ikan Lele (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Teknologi Pangan*. Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
- Satriyanto, B., Widjanarko, S. B., & Yunianta. (2012). Stabilitas warna ekstrak buah merah (*Pandanus conoideus*) terhadap pemanasan sebagai sumber potensial pigmen alami. *JTP*. 13(3): 157-168
- Wirdayanti. 2012. Studi Pembuatan Mie Kering Dengan Penambahan Pasta Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*), Pasta Kacang Tunggak Dan Pasta Tempe Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*, L) [skripsi]. Makassar :Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
- Witono, J., Kumalaputri, A., dan Lukmana, H. 2012. Optimasi Rasio Tepung Terigu, Tepung Pisang, dan Tepung Ubi Jalar, serta Konsentrasi Zat Adiktif Pada Pembuatan Mie. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahayangan.