

## Optimasi Formula Mi Kering Berbasis Ampok Jagung Terfermentasi sebagai Makanan Tambahan bagi Ibu Hamil

### *Optimization of Fermented Corn Hominy-based Dry Noodle Formula as Supplementary Food for Pregnant Women*

Jaya Mahar Maligan\*, Agustina Maria Dwiyantri Soeyono, Tri Dewanti Widyaningsih  
Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran, Malang 65145, Indonesia

\*maharajay@gmail.com

Received: 15<sup>th</sup> August, 2018; 1<sup>st</sup> Revision: 27<sup>th</sup> December, 2018; 2<sup>nd</sup> Revision: 17<sup>th</sup> January, 2019; Accepted: 23<sup>rd</sup> January, 2019

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat mi kering berbasis ampok jagung yang difortifikasi dengan tepung tempe dan tepung daun kelor yang dapat memenuhi kebutuhan ibu hamil. Penelitian ini dibagi menjadi 2 tahap utama yaitu optimasi formula dan analisis produk akhir. Tahap optimasi formula dimulai dengan menentukan titik maksimum substitusi dari masing-masing tepung. Pembuatan mi kering substitusi tepung daun kelor dilakukan dengan level substitusi 10% hingga 35%, sedangkan untuk tepung tempe dari 15% hingga 40%. Tahap optimasi formula dilakukan dengan bantuan piranti lunak *Design Expert 7.0* dengan metode rancangan campuran D-optimal. Analisis respon akan menghasilkan model persamaan. Model untuk respon warna dan cita rasa adalah linier, zat besi dan tekstur adalah kuadrat, sedangkan model untuk respon protein dan kalsium adalah kubik. Semua model tergolong signifikan sehingga dapat memberikan prediksi hasil yang baik. Solusi formula yang paling optimal, yaitu formula mi kering dengan 17,129% tepung daun kelor dan 32,871% tepung tempe. Tahap verifikasi memberikan hasil yang mendukung prediksi formula optimal tersebut. Hasil analisis menunjukkan mi kering mengandung kadar air sebesar 7,45%, kadar abu sebesar 3,4%, kadar protein sebesar 28,85%, kadar lemak sebesar 6,73%, kadar kalsium sebesar 309,61 mg/100 gram, kadar zat besi sebesar 34,05 mg/100 gram, *cooking loss* 2,2% dan *cooking time* 275 detik.

**Kata kunci:** ampok jagung, ibu hamil, makanan tambahan, mi kering, optimasi

#### Abstract

*This study aim was to make dried noodles based on fermented corn fortified with tempeh flour and moringa leaf flour that can meet the needs of pregnant women. This research was divided into two main stages, namely formula optimization and final product analysis. The formula optimization stage begins by determining the maximum substitution point of each flour. For moringa leaf flour, it was made to make dry noodles with a substitution level of 10% to 35%, while for tempeh flour from 15% to 40%. The formula optimization stage was carried out with the help of Design Expert 7.0 software with the D-optimal mixture design method. Response analysis produced an equation model. Models for color and flavor responses are linear, iron and texture are quadratic, while models for protein and calcium responses are cubic. All models are classified as significant so that they can predict good results. The most optimal formula solution was dry noodle formula with 17.129% Moringa leaf flour and 32.871% tempeh flour. The verification phase provides results that support the optimal formula prediction. The results of the analysis showed that dried noodles contained a moisture content of 7.45%, ash content of 3.4%, protein content of 28.85%, fat content of 6.73%, calcium content of 309.61 mg/100 gram, substance content iron at 34.05 mg/100 gram, cooking loss 2.2% and cooking time 275 seconds.*

**Keywords:** dry noodles, fermented corn, optimization, pregnant women, supplementary food

## PENDAHULUAN

Kebutuhan gizi ibu hamil merupakan salah satu permasalahan utama di Indonesia. Menurut Budijanto, Astuti, & Hadi (2000), ibu hamil yang mempunyai status gizi rendah (dengan pertam-

bahan berat badan  $\leq 9$  kg dan lingkaran lengan atas  $< 22$  cm) akan mempunyai resiko melahirkan bayi dengan berat badan rendah ( $< 2,5$  kg). Bayi yang dilahirkan dengan berat badan rendah mempunyai berbagai macam resiko kesehatan. Salah satunya adalah prestasi belajar yang lebih rendah

dibandingkan dengan bayi yang lahir dengan berat badan normal. Oleh karena itu, dengan memperbaiki mutu makanan selama kehamilan akan membantu menyokong pertumbuhan sel-sel otak bayi secara optimal.

Senyawa penting yang sangat dibutuhkan ibu hamil menurut Adriani & Wijatmadi (2012) antara lain protein, zat besi, dan kalsium. Zat besi berperan dalam mencegah anemia yang banyak dialami ibu hamil dan menyusui di Indonesia, sedangkan protein dan kalsium berperan dalam membantu pertumbuhan janin dan unsur yang penting bagi ibu menyusui. Menurut Simanjuntak & Sudaryati (2005), kekurangan kalsium dapat mengakibatkan terjadinya pembongkaran dari jaringan (deposit), sehingga dapat mengakibatkan kerusakan tulang dan gigi.

Daun kelor merupakan tanaman yang memiliki kandungan nutrisi yang cukup lengkap bagi ibu hamil. Menurut Kurniasih (2013), kandungan kelor yakni vitamin A 10 kali lebih banyak dibanding wortel, vitamin E 4 kali lebih banyak dibanding minyak jagung, protein 2 kali lebih banyak dan kalsium 17 kali lebih banyak dibanding susu, serta zat besi 25 kali lebih banyak dibanding bayam. Selain kelor, komoditas yang banyak dijumpai dan diunggulkan di Indonesia adalah tempe. Selain ketersediaannya yang berlimpah, tempe juga memiliki kandungan gizi yang tinggi bagi ibu hamil, yakni protein 43,03%, kalsium 149 mg/100 gr, zat besi 10,4 mg/100 gram, dan fosfor 724 mg/100 gr. Penggunaan tepung kelor dan tepung tempe pada penelitian ini bertujuan untuk melengkapi kebutuhan gizi bagi ibu hamil dan menyusui serta membantu mengurangi penggunaan terigu di Indonesia.

Mi merupakan salah satu jenis makanan yang sangat populer di Indonesia. Makanan ini banyak diminati oleh berbagai macam usia dan kalangan. Mi dapat menjadi salah satu alternatif pilihan makanan yang bergizi bagi ibu hamil. Didukung dengan ketersediaan berbagai macam komoditas sayuran seperti jagung, daun kelor, dan tempe. Menurut Kakde, Masih, & Sonkar (2018), suplementasi tepung daun kelor pada produk mi berbahan dasar terigu dapat meningkatkan kualitas dan nilai gizinya terutama mikronutrien. Penelitian ini bertujuan untuk membuat mi kering berbahan dasar tepung terigu dan tepung ampok jagung yang difortifikasi dengan tepung tempe dan tepung daun kelor sebagai makanan pendamping bagi ibu hamil. Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proporsi penambahan tepung tempe dan tepung daun kelor dalam forti-

fikasi mi kering yang berbahan dasar tepung terigu dan ampok jagung sebagai makanan pendamping ibu hamil.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan mi pada penelitian ini adalah kompor gas, timbangan digital, baskom, *mixer*, *noodle maker*, panci, ayakan 60 mesh dan pengering kabinet. Alat yang digunakan untuk analisis pada penelitian ini adalah perangkat destruksi, destilasi, soxhlet, *waterbath shaker*, timbangan analitik merk *Denver Instrument M310*, oven, kompor listrik, pendingin balik, spektrofotometer UV merk *Unico 2100*, desikator, *muffle*, AAS Shimadzu AA-6880 (*Atomic Absorption Spectrometer*) dan *glassware*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah grit jagung (jagung giling), daun kelor, dan tempe yang diperoleh dari pasar tradisional di Malang. Bahan yang digunakan dalam pembuatan mi meliputi tepung terigu tinggi protein (merek Cakra Kembar), telur, garam (merek Kapal), minyak goreng (merek Filma) yang diperoleh dari toko kue Prima Rasa, Malang. Bahan yang digunakan untuk analisis kimia pada penelitian ini adalah tablet Kjeldhal, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, NaOH, HCl, asam borat, indikator PP, petroleum eter, etanol, reagen nelsonsomy (semua reagen kimia dengan merek Merck), dan aquades yang didapatkan dari Toko Panadia, Malang.

### Tahapan Penelitian

#### Pembuatan Tepung Kelor, Tempe, dan Ampok Jagung (Modifikasi Ardian, 2011)

Pembuatan tepung ampok jagung (jagung giling yang difermentasi secara spontan) dimulai dengan pencucian jagung giling dan penghilangan kotoran. Jagung giling yang sudah bersih direndam dalam air selama 72 jam untuk menstimulasi proses fermentasi spontan. Kemudian dicuci kembali dengan air mengalir dan dikering-anginkan. Jagung ditepungkan dan diayak 80 mesh. Ditambahkan air 20% (v/b). Ampok mentah dikukus selama 30 menit dan dikering-anginkan dalam kabinet *dryer* suhu 60°C selama 10 menit.

Tahapan awal pembuatan tepung daun kelor adalah daun kelor segar diangin-anginkan di ruangan gelap dengan digantung. Setelah daun kelor layu, dirontokan dan dikeringkan dalam kabinet *dryer* suhu 40°C selama 5 jam. Daun kelor ditepungkan dan diayak (80 mesh), kemudian

disimpan dalam kantong aluminium foil pada suhu ruang ( $24\pm 2^\circ\text{C}$ ) dalam kondisi gelap.

Pembuatan tempe dilakukan dengan pemotongan tempe kemudian potongan tempe tersebut dikukus ( $100^\circ\text{C}$ , selama 10 menit) dan ditiriskan. Setelah itu tempe diiris tipis-tipis dan dikeringkan dengan suhu  $70\text{-}80^\circ\text{C}$  selama 12 jam hingga benar-benar kering. Tempe yang sudah kering dihancurkan dan diayak (80 mesh).

#### Optimasi Formula Tepung Daun Kelor dan Tepung Tempe dengan Piranti Lunak *Design Expert 7.0*

Setelah memperoleh titik minimum dan maksimum tepung daun kelor dan tepung tempe berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, kemudian dilakukan pengolahan data dengan metode rancangan campuran/*mixture design* (Cornell, 1990) menggunakan piranti lunak *Design Expert 7.0*. Formulasi yang didapat kemudian dilakukan analisis nilai gizi meliputi kandungan protein, kalsium, dan zat besi. Pemilihan formulasi terbaik mengacu pada Angka Kecukupan Gizi (AKG). Setelah didapatkan formulasi yang sesuai maka dilakukan pembuatan produk dan analisis kandungan gizinya. Kombinasi formula tepung daun kelor dan tepung tempe dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kombinasi formula tepung daun kelor dan tepung tempe berdasarkan piranti lunak *Design Expert 7.0*

Std	Run	Block	Component 1 A : Kelor (%)	Component 2 B : Tempe (%)
9	13	Block 1	35,000	15,000
2	5	Block 1	22,500	27,500
12	11	Block 1	10,000	40,000
1	2	Block 1	35,000	15,000
3	4	Block 1	10,000	40,000
6	9	Block 1	31,849	18,151
13	3	Block 1	22,500	27,500
5	1	Block 1	28,699	21,301
7	12	Block 1	13,151	36,849
10	10	Block 1	10,000	40,000
11	7	Block 1	35,000	15,000
4	6	Block 1	16,301	33,699
8	8	Block 1	25,558	24,442

#### Pembuatan Mi (Modifikasi Ardian, 2011)

Tepung terigu dan ampok jagung ditambahkan dengan tepung daun kelor dan tepung tempe (sesuai faktor perlakuan di Tabel 1), dan bahan tambahan pangan lainnya yaitu telur 16%, minyak sayur 7%, garam dapur 1%, dan STPP 0,5% (b/b), kemudian semua bahan dicampur dengan air (12% b/b) dan diaduk hingga kalis. Adonan

dilaminasi setebal  $1,5\pm 0,2$  mm dan dicetak dengan *noodle maker*. Mi mentah dikukus selama 3 menit dan didinginkan. Kemudian dikeringkan selama 1,5 jam dan dikemas dalam plastik tertutup.

#### Pengambilan Data

Penentuan perlakuan terbaik didasarkan pada atribut mutu fisik (*cooking loss* dan *cooking time*) (Muhandri, 2012). Analisis kimia meliputi kadar lemak, protein, kadar pati, dan serat, dan mutu organoleptik (rasa, warna, aroma) pada 30 orang panelis (Setyaningsih, Apriyantono, & Sari, 2010). Perlakuan terbaik dari hasil penelitian dilakukan karakterisasi mutu meliputi analisis kadar air, abu, karbohidrat, protein, dan lemak (AOAC, 1990).

#### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan metode ANOVA (*Analysis of Varians*) satu arah untuk mengetahui ada tidaknya beda nyata pada tiap perlakuan dan kemudian dilanjutkan dengan Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan selang kepercayaan 5%. Penentuan perlakuan terbaik dibantu dengan piranti lunak *Design Expert 7.0*. Setelah diperoleh perlakuan terbaik akan dilakukan uji kandungan nutrisi per takaran saji/*serving size*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Penentuan Formulasi dengan Menggunakan *Design Expert 7.0***

Formulasi awal mi kering (sesuai Tabel 1) dengan menggunakan perangkat lunak *Design Expert 7.0* dengan fortifikasi tepung daun kelor dan tepung tempe hingga diperoleh formula dengan kandungan protein, kalsium, dan zat besi yang memenuhi angka kecukupan gizi ibu hamil yang mengacu pada AKG (2013). Bahan penyusun mi kering lainnya diasumsikan sebagai variabel tetap yang ditambahkan ke dalam adonan sehingga konsentrasi variabel tetap tersebut tidak dimasukkan ke dalam rancangan percobaan. Variabel tetap adalah komponen yang tidak berubah komposisinya dalam pembuatan formula, dalam hal ini adalah tepung terigu dan tepung ampok jagung (4:6), garam (1%), telur (16%), air (hingga kalis), minyak 7% dan STTP 0,5% (b/b). Oleh karena itu, variabel uji yang dimasukkan ke dalam piranti lunak *Design Expert 7.0* berupa tepung daun kelor dan tepung tempe.

Batas atas dan batas bawah konsentrasi tepung daun kelor dan tepung tempe dirancang dengan rentang yang cukup besar sehingga diha-

rapkan akan menghasilkan respon yang berbeda nyata antar model formulanya. Rentang konsentrasi masing-masing variabel uji dirangkum dalam Tabel 2.

Berdasarkan hasil olahan piranti lunak *Design Expert 7.0* diperoleh 13 satuan percobaan (Tabel 1) yang selanjutnya dilakukan pembuatan produk dan variabel respon yang diukur adalah kandungan protein, kalsium, zat besi, serta respon warna, tekstur, dan cita rasa terhadap model produk yang telah dibuat. Analisis variabel respon pada rancangan percobaan model mi kering disajikan pada Tabel 3.

Nilai variabel respon terhadap warna, tekstur, dan cita rasa dari produk mi kering terfor-

tifikasi dinyatakan dalam skor kesukaan panelis terhadap aspek warna, tekstur, dan cita rasa. Skor tersebut dinyatakan dalam skala hedonik, mulai dari skala 1 (tidak suka sama sekali), 2 (tidak suka), 3 (kurang suka), 4 (netral), 5 (agak suka), 6 (suka), hingga 7 (suka sekali).

Berdasarkan hasil analisis ragam dari masing-masing variabel respon (Tabel 4), diketahui bahwa semua persamaan polinomial variabel respon tersebut dapat digunakan sebagai model prediksi untuk mendapatkan formula yang optimal karena semua hasil analisis ragamnya berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

**Tabel 2** Kisaran konsentrasi masing-masing variabel uji

Komponen (Variabel Uji)	Batas Bawah (%)	Batas Atas (%)
Tepung daun kelor	10	35
Tepung tempe	15	40

**Tabel 3.** Rancangan percobaan model mi kering terfortifikasi dengan variabel responnya

Std	Run	Block	Component 1 A : Kelor %	Component 2 B : Tempe %	Response 1 Protein gram	Response 2 Kalsium mg	Response 3 Zat Besi mg	Response 4 Warna	Response 5 Tekstur	Response 6 Rasa
1	2	1	35,000	15,000	14,70	495,20	37,20	4,1	4,0	4,2
13	3	1	22,500	27,500	27,20	365,80	29,80	4,7	5,0	5,2
3	4	1	10,000	40,000	34,30	178,50	22,30	5,4	4,7	5,7
4	6	1	16,301	33,699	30,30	337,50	33,90	4,8	5,0	4,8
5	1	1	28,699	21,301	25,34	389,82	37,80	5,0	4,6	4,2
6	9	1	31,849	18,151	18,20	407,70	32,40	4,6	4,4	4,4
7	12	1	13,151	36,849	33,80	209,61	31,60	5,2	4,9	5,0
8	8	1	25,558	24,442	29,82	308,88	34,40	4,2	4,5	4,5
11	7	1	35,000	15,000	15,30	469,70	26,58	4,2	4,5	4,4
10	10	1	10,000	40,000	35,00	136,90	26,80	5,5	4,8	5,8
9	13	1	35,000	15,000	15,00	478,80	26,80	4,2	4,1	4,2
12	11	11	10,000	40,000	36,00	162,80	25,78	5,1	4,7	5,4
2	5	1	22,500	27,500	30,00	351,20	32,00	4,8	5,0	5,0

**Tabel 4** Model ordo terpilih dan persamaan polinomial masing-masing variabel respon

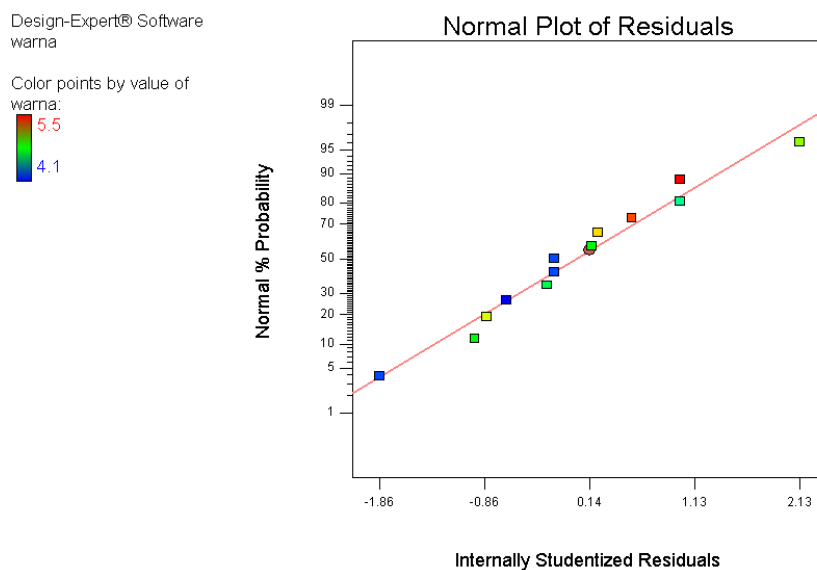
Variabel Respon	Model Ordo	R <sup>2</sup> Disesuaikan	R <sup>2</sup> Diprediksi	Presisi Adekuat	Persamaan Polinomial (Real Component)
Protein	Kubik	0,9738	0,9650	0,9489 (>4,0)	Y = -54,662A + 53,315B + 114,088 AB + 154,336 AB (A-B)
Kalsium	Kubik	0,9508	0,9199	21,507 (>4,0)	Y = 1703,093A - 581,839B - 834,3106AB - 4298,1439AB(A-B)
Zat Besi	Kuadratik	0,3717	0,0601	4,788 (>4,0)	Y = 10,5963A + 10,48398B + 94,89244AB
Warna	Linear	0,7362	0,6837	10,816 (>4,0)	Y = 3,61998A + 5,69935B
Tekstur	Kuadratik	0,7495	0,6238	9,580 (>4,0)	Y = 2,21925A + 4,06358B + 6,6597AB
Cita Rasa	Linear	0,7978	0,7497	12,804 (>4,0)	Y = 3,42883A + 5,9996B

Keterangan: A = tepung daun kelor (%) B = tepung tempe (%)

**Tabel 5.** Hasil analisis ragam (ANOVA) masing-masing variabel respon

Variabel Respon	Model Ordo	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat tengah	F Hitung	Prob > f	Keterangan *)
Protein	Kubik	761,48	3	253,83	111,41	<0,0001	Signifikan
Kalsium	Kubik	1,767E+005	3	58907,17	78,37	<0,0001	Signifikan
Zat Besi	Kuadratik	126,11	2	63,05	4,55	0,0394	Signifikan
Warna	Linear	2,07	1	2,07	34,49	0,0001	Signifikan
Tekstur	Kuadratik	1,02	2	0,51	18,95	0,0004	Signifikan
Cita Rasa	Linear	3,17	1	3,17	48,33	<0,0001	Signifikan

\*) Taraf signifikansi 5% (0,05)



**Gambar 1.** Grafik Plot Pengaruh Jumlah Penggunaan Tepung Daun Kelor dan Tepung Tempe terhadap Skor Kesukaan Atribut Warna pada Optimasi Formula Mi Kering

### Analisis Warna

Model polinomial yang terpilih sebagai hasil analisis respon warna oleh piranti lunak *Design Expert 7.0* adalah linier. Berdasarkan nilai  $R^2$  disesuaikan dan  $R^2$  diprediksi, data-data aktual dan data-data yang diprediksi untuk respon warna tercakup ke dalam model sebesar 73,62% dan 68,37%. Presisi adekuat untuk respon warna adalah 10,816 lebih besar dari 4 sehingga dapat dikatakan sesuai untuk model yang baik

Persamaan polinomial untuk respon warna dapat dilihat pada Tabel 4. Konstanta yang bernilai positif pada persamaan menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah komponen atau interaksi antar komponen. Berdasarkan persamaan yang diperoleh, tingkat kesukaan panelis terhadap warna mi kering yang terfortifikasi meningkat seiring dengan peningkatan jumlah tepung daun kelor dan peningkatan tepung tempe.

Peningkatan kesukaan panelis terhadap warna mi kering terfortifikasi sangat dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penggunaan tepung

tempe karena memiliki konstanta yang paling besar (5,699), diikuti dengan peningkatan jumlah penggunaan tepung daun kelor (3,619). Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsumen lebih menyukai warna mi kering terfortifikasi dengan peningkatan penambahan tepung tempe karena dengan penambahan tepung tempe membuat warna mi tidak terlalu hijau pekat.

Grafik plot residual (Gambar 1) menggambarkan hubungan antara kombinasi jumlah penggunaan tepung daun kelor dan tepung tempe dengan nilai respon warna yang dihasilkan. Bagian grafik yang berwarna merah menunjukkan respon tertinggi sebesar 5,5 (pada kombinasi tepung kelor dan tepung tempe berturut-turut 10% dan 40%), sedangkan grafik yang berwarna biru menunjukkan respon terendah sebesar 4,1 (pada kombinasi tepung kelor dan tepung tempe berturut-turut 35% dan 15%). Titik-titik poin yang berada memiliki warna sama, memiliki respon yang sama walaupun dengan kombinasi yang berbeda-beda.

Nilai respon konsumen sesuai dengan konstanta polinomial dimana semakin meningkat penggunaan tepung daun kelor semakin rendah tingkat kesukaan konsumen terhadap parameter warna pada mi kering terfortifikasi. Walaupun demikian, nilai kesukaan terendah terdapat pada kombinasi tepung kelor dan tepung tempe berturut-turut 35% dan 15% dikarenakan warnanya yang cukup pekat dan gelap sehingga kurang menarik (hal ini juga sesuai dengan konstanta polinomial dimana semakin tinggi penggunaan tepung daun kelor akan memberikan respon yang rendah terhadap kesukaan konsumen terhadap parameter warna). Menurut penelitian Zakaria, Nursalim, & Tamrin (2016), panelis tidak terlalu menyukai warna hijau dari mi kelor dikarenakan selama ini mi dipersepsikan oleh panelis berwarna putih hingga kekuningan.

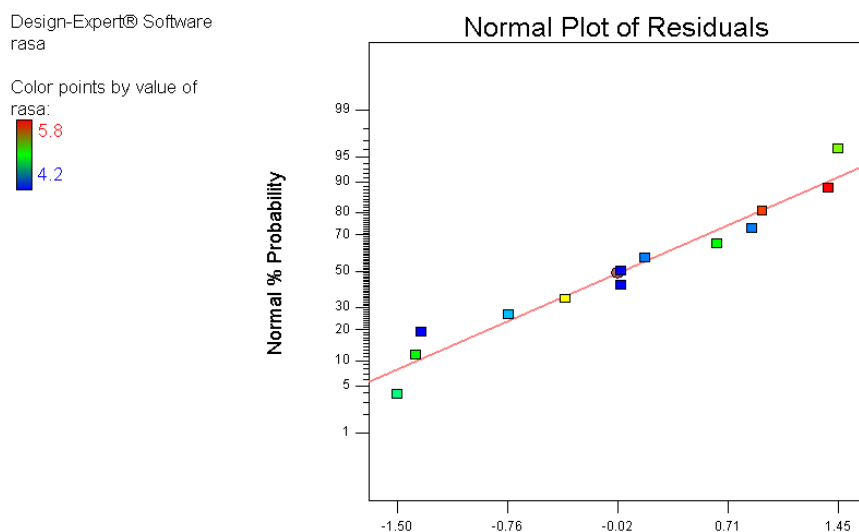
### Analisis Cita Rasa

Model polinomial yang terpilih sebagai hasil analisis respon cita rasa oleh piranti lunak *Design Expert 7.0* adalah linier. Berdasarkan nilai  $R^2$  disesuaikan dan  $R^2$  diprediksi, data-data aktual dan data-data yang diprediksi untuk respon cita rasa tercakup ke dalam model sebesar 79,78% dan 74,97%. Presisi adekuat untuk respon cita rasa adalah 12,804, lebih besar dari 4 mengindikasikan model yang memadai untuk mewakili respon. Secara keseluruhan, model dapat mempresentasikan data dengan baik.

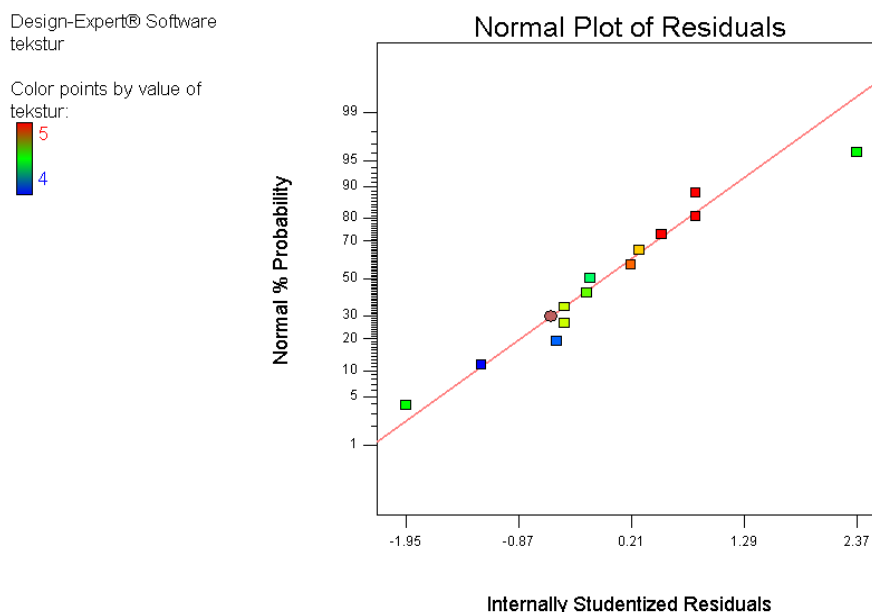
Persamaan polinomial untuk respon cita rasa dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan persamaan yang diperoleh, tingkat kesukaan panelis terhadap cita rasa mi kering yang terfortifikasi

meningkat seiring dengan peningkatan jumlah tepung tempe dan tepung daun kelor. Peningkatan kesukaan panelis terhadap cita rasa mi kering terfortifikasi lebih dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penggunaan tepung tempe karena memiliki konstanta yang paling besar (5,99), dan diikuti dengan peningkatan jumlah penggunaan tepung daun kelor (3,42). Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsumen lebih menyukai cita rasa mi kering terfortifikasi dengan peningkatan penambahan tepung tempe.

Grafik plot residual (Gambar 2) menggambarkan hubungan antara kombinasi jumlah penggunaan tepung daun kelor dan tepung tempe dengan nilai respon cita rasa yang dihasilkan. Bagian grafik yang berwarna merah menunjukkan respon tertinggi sebesar 5,8 (pada kombinasi tepung kelor dan tepung tempe berturut-turut 10% dan 40%), sedangkan grafik yang berwarna biru menunjukkan respon terendah sebesar 4,2 (pada kombinasi tepung kelor dan tepung tempe berturut-turut 35% dan 15%). Titik-titik poin yang berada memiliki warna sama, memiliki respon yang sama walaupun dengan kombinasi yang berbeda-beda. Nilai respon konsumen sesuai dengan konstanta polinomial dimana semakin meningkat penggunaan tepung daun kelor semakin menurun tingkat kesukaan konsumen. Kombinasi yang paling disukai oleh konsumen terdapat pada kombinasi tepung daun kelor dan tepung tempe dengan nilai berturut-turut 10% dan 40%. Walau demikian, nilai kesukaan terendah terdapat pada kombinasi tepung kelor dan tepung tempe berturut-turut 35% dan 15%.



**Gambar 2.** Grafik Plot Pengaruh Jumlah Penggunaan Tepung Daun Kelor dan Tepung Tempe terhadap Skor Kesukaan Atribut Cita Rasa pada Optimasi Formula Mi Kering



**Gambar 3.** Grafik Plot Pengaruh Jumlah Penggunaan Tepung Daun Kelor dan Tepung Tempe terhadap Skor Kesukaan Atribut Tekstur pada Optimasi Formula Mi Kering

Penggunaan kombinasi daun kelor yang lebih besar (35%) membuat cita rasa mi menjadi lebih getir dan tajam sehingga mengurangi tingkat kesukaan panelis terhadap parameter cita rasa. Penggunaan tepung tempe yang lebih besar (40%) dirasa mampu menutupi rasa dari tepung daun kelor sehingga dapat meningkatkan kesukaan panelis terhadap rasa mi tersebut. Sesuai dengan penelitian Zakaria *et al.* (2016), menyebutkan bahwa panelis tidak menyukai aroma mi basah daun kelor karena aroma yang agak menyengat sehingga atribut aroma produk dengan tepung daun kelor tidak disukai oleh panelis. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Priyanto & Nisa (2016), bahwa tepung daun-daunan memiliki rasa yang khas yakni pahit, sehingga akan mempengaruhi sifat organoleptiknya, dalam hal ini adalah rasa.

### Analisis Tekstur

Model polinomial yang terpilih sebagai hasil analisis respon tesktur oleh piranti lunak *Design Expert 7.0* adalah kuadratik. Berdasarkan nilai  $R^2$  disesuaikan dan  $R^2$  diprediksi, data-data aktual dan data-data yang diprediksi untuk respon tekstur tercakup ke dalam model sebesar 74,95% dan 62,38%. Presisi adekuat untuk respon tekstur adalah 9,58 lebih besar dari 4 mengindikasikan model yang memadai untuk mewakili respon. Secara keseluruhan, model dapat mempresentasikan data dengan baik.

Persamaan polinomial untuk respon tekstur dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan persa-

maan yang diperoleh, tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur mi kering yang terfortifikasi meningkat seiring dengan peningkatan jumlah tepung daun kelor, tepung tempe, dan interaksi antara tepung daun kelor dan tepung tempe.

Peningkatan kesukaan panelis terhadap tekstur mi kering terfortifikasi sangat dipengaruhi oleh peningkatan interaksi antara tepung daun kelor dan tepung tempe karena memiliki konstanta yang paling besar (6,65), diikuti dengan peningkatan jumlah penggunaan tepung tempe (4,0) kemudian tepung daun kelor (2,219).

Grafik plot residual (Gambar 3) menggambarkan hubungan antara kombinasi jumlah penggunaan tepung daun kelor dan tepung tempe dengan nilai respon tekstur yang dihasilkan. Bagian grafik yang berwarna merah menunjukkan respon tertinggi sebesar 5 (pada kombinasi tepung kelor dan tepung tempe berturut-turut 22,5% dan 27,5%, serta 16,301% dan 33,699%), sedangkan grafik yang berwarna biru menunjukkan respon terendah sebesar 4 (pada kombinasi tepung kelor dan tepung tempe berturut-turut 35% dan 15%). Titik-titik poin kombinasi memiliki tekstur sama, memiliki respon yang sama walaupun dengan kombinasi yang berbeda-beda.

Tingkat kesukaan panelis baik pada kombinasi tepung kelor dan tepung tempe berturut-turut 22,5% dan 27,5% terhadap parameter tekstur mengindikasikan semakin dekatnya kombinasi antara penggunaan tepung daun kelor dan tepung tempe memberikan tekstur yang lebih baik, walau demikian pada kombinasi 16,301% dan 33,699%

terhadap parameter tekstur juga memberikan respon yang baik pada tingkat kesukaan panelis. Penilaian yang diberikan panelis terhadap parameter tekstur berdasarkan pada tingkat kekenyalan mi, dimana tingkat kekenyalan mi dapat dipengaruhi oleh faktor pengolahan seperti proses pencampuran adonan hingga kalisi, proses laminasi, dan juga proses perebusan mi. Semakin tinggi tepung daun kelor dan tempe yang ditambahkan kesukaan panelis terhadap tekstur semakin berkurang. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Salman, Novita, & Burhanudin (2016) yang menyatakan bahwa meningkatnya penambahan tepung tempe, sukun dan kelor akan menurunkan daya terima terhadap tekstur mi basah karena proporsi tepung terigu akan berkurang dan mengurangi elastisitas produk mi tersebut.

Semakin tinggi penggunaan tepung daun kelor mengakibatkan kemampuan adonan untuk mengikat air semakin rendah, hal ini juga nampak pada saat proses laminasi, kombinasi penggunaan tepung daun kelor yang lebih tinggi daripada tepung tempe menghasilkan lembaran yang lebih mudah putus dibandingkan dengan kombinasi yang dekat antara tepung daun kelor dan tepung tempe. Hal ini dapat disebabkan karena kemampuan mengikat air pada tepung daun kelor lebih rendah dari tepung tempe dikarenakan kan-

dungan protein yang dimiliki oleh sebagian besar sayur adalah protein fiber. Menurut Poedjadi (2009), molekul protein fiber terdiri atas beberapa rantai polipeptida yang memanjang dan dihubungkan satu dengan lain oleh ikatan silang hingga merupakan bentuk serat atau serabut yang stabil. Sifat umum protein fiber tidak mudah mengikat air.

#### Analisis Produk Akhir

Nilai variabel respon yang didapat dari setiap model mi kering terfortifikasi dimasukkan ke dalam piranti lunak *Design Expert 7.0*. Selanjutnya program ini akan mengolah semua variabel respon setiap model mi kering terfortifikasi dan memberikan beberapa solusi formula sebagai formula mi kering terpilih sesuai dengan target optimasi yang diinginkan. Nilai target optimasi yang dapat dicapai dikenal dengan istilah *desirability*. Nilai ini besarnya nol sampai dengan satu. Nilai *desirability* mendekati satu menandakan bahwa formula mi kering dapat mencapai formula optimal sesuai dengan variabel respon yang dikehendaki, sedangkan indeks *desirability* mendekati nol menandakan bahwa formula mi kering sulit mencapai titik optimal berdasarkan variabel responnya. Beberapa formula mi kering terpilih hasil optimasi dengan bantuan piranti

**Tabel 6.** Kriteria sasaran dan tingkat kepentingan tiap variabel pada optimasi formula mi kering terfortifikasi

Variabel	Sasaran	Batas Bawah	Batas Atas	Tingkat Kepentingan
Tepung daun kelor	Dalam kisaran	10	35	
Tepung Tempe	Dalam kisaran	15	40	
Protein	Dalam kisaran	15	34,5	+++++
Kalsium	Maksimal	159,4	507,7	+++++
Zat Besi	Maksimal	10,96	41,4	+++++
Warna	Maksimal	4,25	5,2	+++++
Tekstur	Maksimal	4,45	5,15	+++++
Rasa	Maksimal	4,2	5,7	+++++

**Tabel 7.** Formula mi kering terpilih hasil optimasi *Design Expert 7.0*

Solusi	Tepung Daun Kelor	Tepung Tempe	Protein	Kalsium	Zat Besi	Warna	Tekstur	Rasa	Keseluruhan
1	17,129	32,871	31,076	317,802	31,8939	4,967	4,93164	5,11905	0,658 formula terpilih

**Tabel 8.** Hasil verifikasi formula mi kering terpilih

Variabel Respon	Prediksi	Verifikasi	95% SK (Rendah)	95% SK (Tinggi)
Protein	31,076	28,85	28,81	33,34
Kalsium	317,802	309,61	276,71	358,90
Zat Besi	31,8939	34,05	28,38	35,41
Warna	4,987	4,9	4,81	5,16
Tekstur	4,93164	5,76	4,78	5,09
Cita Rasa	5,11905	5,0	4,94	5,30



**Tabel 9.** Perbandingan hasil analisis mi kering terfortifikasi tepung daun kelor dan tepung tempe dengan produk komersil.

Kadar	Mi Kering Terfortifikasi Tepung Daun Kelor dan Tepung Tempe	Mi Kering Komersil
Air	7,45%	10,7%
Abu	3,40%	0,66%*
Protein	28,85%	16%*
Lemak	6,73%	2,28%*
Karbohidrat	57,57%	77,17%
Kalsium	309,61 mg	6,86 mg*
Zat besi	34,05 mg	1,94 mg*
<i>Cooking Loss</i>	2,2%	6,72 %
<i>Cooking Time</i>	275 menit	240 menit

Keterangan: (\*) menunjukkan parameter yang memiliki hasil uji T berbeda nyata ( $\alpha=0,05$ )

**Tabel 10.** Informasi nilai gizi mi kering terfortifikasi

Informasi Nilai Gizi		
Takaran saji / <i>serving size</i> : 100 gram		
Jumlah sajian per kemasan: 1		
Jumlah Per Sajian		
Energi Total 390,25 kkal	Energi dari lemak 60,57 kkal	% AKG*
Lemak	6,73 gram	7,9%
Protein	24,85 gram	32,7%
Karbohidrat	57,57 gram	16,5%
Kalsium	309,61 mg	23,8%
Zat Besi	34,05 mg	87,3%

\*%AKG berdasarkan jumlah kebutuhan energi ibu hamil (2550 kkal)

lunak *Design Expert 7.0* disajikan pada Tabel 7 dengan nilai sasaran yang disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil optimasi yang disajikan pada Tabel 7, formula 1 terpilih sebagai formula mi kering terfortifikasi sebagai formula yang paling optimal dengan nilai *desirability* yang cukup tinggi yakni mencapai hingga 65.8%. Menurut Engelen, Sugiyono, & Budijanto (2015), *nilai desirability* yang paling mendekati nilai 1 menunjukkan semakin tingginya kesesuaian proses optimasi dengan variabel respon yang dikehendaki.

### Verifikasi

Hasil verifikasi (Tabel 8) menunjukkan nilai untuk masing-masing variabel respon memenuhi 95% selang kepercayaan (SK) karena berada didalam rentang 95% SK rendah dan 95% SK tinggi. Akan tetapi, variabel respon tekstur memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan rentang yang telah diprediksi. Hal ini mengindikasikan semakin tinggi skor kesukaan berarti produk tersebut semakin disukai oleh panelis sehingga tingginya skor menunjukkan hasil yang lebih baik daripada yang telah diprediksi.

Hasil respon aktual hasil verifikasi tidak sama persis dengan respon yang diprediksi karena uji organoleptik yang dilakukan bersifat sub-

yektif, ditambah dengan waktu uji yang berbeda antara uji untuk memperoleh respon prediksi dan respon aktual. Perbedaan nilai tersebut juga dapat disebabkan oleh perbedaan kualitas bahan baku pembuatan mi kering seperti tepung dengan lama penyimpanan yang berbeda sehingga berpengaruh pada produk akhir. Hal ini masih dapat diterima mengingat hasil verifikasi yang didapatkan adalah nilai respon sampel, sedangkan prediksi yang diberikan oleh piranti lunak *Design Expert 7.0* adalah perkiraan dari nilai respon populasi (Cornell, 1990). Dapat disimpulkan bahwa model persamaan yang diperoleh masih cukup baik untuk menentukan formula optimum dengan respon yang dikehendaki.

### Karakteristik Kimia dan Fisik Produk Terpilih

Hasil analisis mi kering terfortifikasi dapat dilihat pada Tabel 9. Mi kering yang terfortifikasi tepung daun kelor dan tepung tempe mengandung kadar air sebesar 7,45%. Kadar air mi kering terfortifikasi ini lebih rendah dibandingkan dengan mi komersil yakni 10,7%. Hasil Uji T menunjukkan perbedaan yang tidak nyata, dan merupakan indikasi yang baik bagi produk mi kering terfortifikasi tepung daun kelor dan tempe, hal ini menunjukkan bahwa perbedaan mi

terfortifikasi tidak begitu jauh dengan mi komersil.

### Penentuan Informasi Nilai Gizi Mi Kering Terfortifikasi

Informasi nilai gizi mi terfortifikasi ditunjukkan pada Tabel 10. Menurut BPOM RI (2009) penetapan informasi nilai gizi sangat penting dan bermanfaat bagi konsumen, terutama bagi konsumen dengan kondisi medis tertentu yang memerlukan pengendalian asupan gizi. Salah satu keterangan yang dicantumkan dalam informasi nilai gizi adalah zat gizi yang terdapat dalam produk pangan dan takaran saji. Keterangan tentang kandungan gizi tersebut harus dicantumkan dalam persentase dari angka kecukupan gizi yang dianjurkan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil optimasi formula pada fortifikasi mi kering untuk ibu hamil dengan menggunakan bantuan piranti lunak *Design Expert 7.0*, formula optimal yang diperoleh adalah formula dengan penggunaan 17,129% tepung daun kelor dan 32,871% tepung tempe. Karakteristik mi kering hasil optimasi formula adalah mi berwarna hijau, dengan tekstur yang baik dan padat. Analisis produk akhir terdiri dari analisis kimia (kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar zat besi, dan kadar kalsium), analisa fisik (*cooking loss* dan *cooking time*). Hasil analisis menunjukkan mi kering mengandung kadar air sebesar 7,45%, kadar abu sebesar 3,4%, kadar protein sebesar 28,85%, kadar lemak sebesar 6,73%, kadar kalsium sebesar 309,61 mg/100 gram, dan kadar zat besi sebesar 34,05 mg/100 gram.

### Daftar Pustaka

- Adriani, M., & Wijatmadi, B. (2012). *Pengantar Gizi Masyarakat*. Jakarta: Kencana Prenada Media.
- AOAC. (1990). *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington: Association of Official Analytical Chemists.
- Ardian, B. M. R. (2011). *Formulasi Khusus Mie Padat Gizi untuk Memenuhi Angka Kecukupan Gizi Ibu Hamil dan Menyusui Berbasis Ampok Jagung dengan Fortifikasi Daun Kelor dan Ikan Teri*. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Budijanto, D., Astuti, D., & Hadi, I. (2000). Risiko terjadinya BBLR di puskesmas Balerejo Kabupaten Madiun. *Majalah Medika*, 26(9), 566–569.
- Cornell, J. (1990). *Experiments with Mixtures: Designs, Models, and the Analysis of Mixture Data*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Engelen, A., Sugiyono, & Budijanto, S. (2015). Optimasi proses dan formula pada pengolahan mi sagu kering (Metroxylon sagu). *Jurnal Agritech*, 35(4), 359–367. <https://doi.org/10.22146/agritech.9319>
- Kakde, S. B., Masih, D., & Sonkar, C. (2018). Utilization of Moringa leaves powder as valuable food ingredients in pasta preparation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistr*, 7(4), 1053–1056.
- Kurniasih. (2013). *Khasiat dan Manfaat Daun Kelor*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Muhandri, T. (2012). Mekanisme proses pembuatan mi berbahan baku jagung. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 8(2), 71–79.
- Poedjiadi, A. (2009). *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: UI Press.
- Priyanto, A. D., & Nisa, F. C. (2016). Formulasi daun kelor dan ampas daun cincau hijau sebagai tepung komposit pada pembuatan mie instan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 17(1), 29–36.
- Salman, Y., Novita, S., & Burhanudin, A. (2016). Pengaruh proporsi tepung terigu, tepung tempe dan tepung daun kelor (*Moringa oliefera*) terhadap mutu (protein dan zat besi) dan daya terima mie basah. *Jurnal Kesehatan Indonesia (The Indonesian Journal of Health)*, 6(3), 1–9.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., & Sari, M. P. (2010). *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. Bogor: IBP Press.
- Simanjuntak, D. H., & Sudaryati, E. (2005). Gizi Pada Ibu Hamil dan Menyusui. *Info Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 78–82.
- Zakaria, Nursalim, & Tamrin, A. (2016). Pengaruh penambahan tepung daun kelor terhadap daya terima dan kadar protein mie basah. *Media Gizi Pangan*, 21(1), 73–78.