

**OPTIMALISASI FORMULA PASTA KOPI ROBUSTA YANG
DIPENGARUHI OLEH PENAMBAHAN CMC, TEPUNG
MOCAF, DAN GULA AREN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE DESIGN EXPERT D-OPTIMAL**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Tugas Akhir
Di Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

Muhammad Rakha Aditya
18.302.0191



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2025**

**OPTIMALISASI FORMULA PASTA KOPI ROBUSTA YANG
DIPENGARUHI OLEH PENAMBAHAN CMC, TEPUNG
MOCAF, DAN GULA AREN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE DESIGN EXPERT D-OPTIMAL**

TUGAS AKHIR

Oleh :
Muhammad Rakha Aditya
18.302.0191

Menyetujui :

Pembimbing

(Jaka Rukmana,S.T., M.T)

**OPTIMALISASI FORMULA PASTA KOPI ROBUSTA YANG
DIPENGARUHI OLEH PENAMBAHAN CMC, TEPUNG
MOCAF, DAN GULA AREN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE DESIGN EXPERT D-OPTIMAL**

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Tugas Akhir
Di Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

Muhammad Rakha Aditya

18.302.0191

Menyetujui:

Koordinator Tugas Akhir

(Rizal Maulana Ghaffar S.T., M.T)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah memberi rahmat dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Laporan Tugas Akhir dengan judul **“OPTIMALISASI FORMULA PASTA KOPI ROBUSTA YANG DIPENGARUHI OLEH PENAMBAHAN CMC, TEPUNG MOCAF DAN GULA AREN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *DESIGN EXPERT D-OPTIMAL*”**

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan, kiranya hal tersebut disadari oleh keterbatasan wawasan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki penulis disamping dari sumber tulisan yang minim. Dalam proses penyusunan laporan ini penulis banyak mendapatkan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Maka kesempatan kali ini, sebagai ungkapan penghormatan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Jaka Rukmana, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu dan arahan dalam penyusunan proposal Tugas Akhir ini.
2. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Yelliantty, S.Si., M.Si, dan Nabila Marthia ST.M.SI.P. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Cucu Curoso dan Anih Sumarnih selaku orang tua yang telah memberikan banyak cinta dan dukungan. Serta Fikri Rahmatulloh selaku adik yang selalu memberikan *support* dikala senang maupun susah.
5. Agil Bagas, Kemal M Yusuf, Ilman, Cecep, Tia Maulana, Dhifan dan teman-teman kelas E yang telah membantu di setiap kesempatan.

Januari, 2025

Penulis

6. Kepada semua pihak yang Namanya tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
Terima kasih atas bantuannya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan
Tugas Akhir.

Akhir kata penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan khalayak banyak yang memerlukan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Kerangka Pemikiran	5
1.6. Hipotesis Penelitian.....	8
1.7. Waktu dan Tempat Penelitian	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Pasta	9
2.2. Gula Aren.....	12
2.3. Tepung Mocaf	14
2.4. Kopi.....	16
2.5. Uji Organoleptik.....	20
2.6. Daya Oles	20
2.7. Proses Pembentukan Gel Pada Pasta.....	21
2.8. Design Expert.....	22
III. METODOLOGI PENELITIAN	24

3.1. Alat dan Bahan	24
3.1.1 Alat-alat	24
3.1.2 Bahan-Bahan.....	24
3.2. Metode Penelitian	24
3.2.1 Pembuatan Filtrat Ekstrak Kopi Robusta	24
3.2.2 Penentuan Variabel dan Respon	25
3.2.3 Penentuan Formulasi dengan Design Expert Metode D-Optimal.....	26
3.2.4 Pembuatan Pasta Kopi dan Pengujian Respon	27
3.2.5 Penentuan dan Pengujian Formulasi yang Optimal	31
3.2.6. Verifikasi	34
3.3. Jadwal Penelitian	36
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Tahap I.....	37
4.2. Tahap II	37
4.2.1 Hasil Analisis Respon Fisik.....	37
4.2.2 Hasil Analisis Organoleptik Mutu Hedonik	43
4.2.2.1 Rasa	43
4.2.2.2 Warna	48
4.2.2.3 Aroma	55
4.2.2.4 Tekstur	60
4.3. Optimasi Formulasi Terpilih.....	66
V. KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN	76

DAFTAR TABEL

Tabel II 1. Kriteria Mutu Pasta.....	10
Tabel II 2. Standar Mutu Gula Aren	13
Tabel II 3. Kandungan Kimia Gula Aren per 100gram	14
Tabel II 4. Kandungan Kulit Buah Kopi.....	19
Tabel III 1. Variabel Tetap Pasta Kopi Robusta.....	25
Tabel III 2. Variabel Berubah Pasta Kopi Robusta	25
Tabel III 3. Tingkat Kepentingan (Importance Grade)	31
Tabel IV 1. Hasil Analisis Daya Oles	38
Tabel IV 2. ANOVA Mixture D-Optimal Respon Analisis Daya Oles	39
Tabel IV 3. Fit Statistics Respons Daya Oles	40
Tabel IV 4. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Daya Oles	41
Tabel IV 5. Hasil Analisis Respon Mutu Hedonik Atribut Rasa	44
Tabel IV 6. ANOVA Mixture D-Optimal Respons Organoleptik Atribut Rasa	45
Tabel IV 7. Fit Statistics Respons Organoleptik Atribut Rasa	46
Tabel IV 8. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Rasa.....	46
Tabel IV 9. Hasil Analisis Respon Organoleptik Atribut Warna.....	49
Tabel IV 10. ANOVA Mixture D-Optimal Respons Organoleptik Atribut Warna	50
Tabel IV 11. Fit Statistics Respons Organoleptik Atribut Warna.....	51
Tabel IV 12. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Warna	51
Tabel IV 13. Hasil Analisis Respon Organoleptik Atribut Aroma	55
Tabel IV 14. ANOVA Mixture D-Optimal Respons Organoleptik Atribut Aroma	56
Tabel IV 15. Fit Statistics Respons Organoleptik Atribut Aroma	57
Tabel IV 16. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Aroma	57
Tabel IV 17. Hasil Analisis Respon Mutu Hedonik Atribut Tekstur	61
Tabel IV 18. ANOVA Mixture D-Optimal Respons Organoleptik Atribut Tekstur	62
Tabel IV 19. Fit Statistics Respons Organoleptik Atribut Tekstur	63
Tabel IV 20. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Tekstur	63
Tabel IV 21. Goal dan Importance untuk Tahapan Optimasi Formulasi Pasti Kopi Robusta	67
Tabel IV 22. Hasil Prediksi Formulasi Pasta Kopi Robusta.....	69
Tabel IV 23. Hasil Tahapan Verifikasi Setiap Respon.....	71
Tabel Lampiran 1. Kebutuhan Analisis per Formulasi.....	81
Tabel Lampiran 2. Kebutuhan Bahan Baku	82
Tabel Lampiran 3. Perkiraan Biaya Bahan Baku	85
Tabel Lampiran 4. Biaya Analisis Penelitian	85
Tabel Lampiran 5. Total Biaya Keseluruhan Penelitian	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar II 1, Tanaman Kopi.....	16
Gambar II 2, Daun Kopi.....	18
Gambar II 3. Biji Kopi	19
Gambar III 1. Memasukkan Data Variabel kedalam Design Expert 13	26
Gambar III 2. Pengaturan Jenis Optimalitas, Model dan Runs	26
Gambar III 3. Penentuan Respon kedalam Design Expert 13.....	27
Gambar III 4. Formulasi (Runs) yang dihasilkan	27
Gambar III 5. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Kopi Robusta.....	28
Gambar III 6. Diagram Alir Pembuatan Pasta Kopi Robusta	30
Gambar III 7. Kolom Respon Design Expert 13	32
Gambar III 8. Diagram Alir Penelitian Design Expert Metode Mixture D-Optimal	35
Gambar IV 1. Grafik Normal Plot Respons Daya Oles	42
Gambar IV 2. Grafik 3D Surface Respon Daya Oles	42
Gambar IV 3. Grafik Normal Plot Respon Organoleptik Atribut Rasa	47
Gambar IV 4. Grafik 3D Surface Respons Organoleptik Atribut Rasa	48
Gambar IV 5. Grafik Normal Plot Respon Organoleptik Atribut Warna	53
Gambar IV 6. Grafik 3D Surface Respons Organoleptik Atribut Warna	53
Gambar IV 7. Grafik Normal Plot Respon Organoleptik Atribut Aroma.....	59
Gambar IV 8. Grafik 3D Surface Respons Organoleptik Atribut Aroma.....	59
Gambar IV 9. Grafik Normal Plot Respon Organoleptik Atribut Tekstur.....	65
Gambar IV 10. Grafik 3D Surface Respons Organoleptik Atribut Tekstur.....	65

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

ANOVA	Analysis of Variance	31
BAL	Bakteri Asam Laktat	15
BPOM	Badan Pengawas Obat dan Makanan	10
BPTP	Balai Pengkajian Teknologi Pertanian	13
CMC	Carboxymethyl Cellulose	2
CMColitik	Carboxy Methyl Cellulose-lytic enzyme	15
D-Optimal	Determinant Optimality	4
PT	Perseroan Terbatas	24
SNI	Standar Nasional Indonesia	9

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pengujian Daya Oles (Yuwono dan Tri, 1998).....	76
Lampiran 2. Metode Analisis Uji Organoleptik.....	77
Lampiran 3. Formulir Pengujian Organoleptik dengan Uji Mutu Hedonik	78
Lampiran 4. Formulir Uji Mutu Hedonik Verifikasi Formula Optimal	80
Lampiran 5. Kebutuhan Analisis dan Kebutuhan Bahan Baku	81
Lampiran 6. Biaya Penelitian	85
Lampiran 7. Data Hasil Tahap II	86
Lampiran 8. Data Analisis Verifikasi Formula Optimal	91
Lampiran 9. Dokumentasi Pembuatan Pasta Kopi Robusta	93
Lampiran 10. Dokumentasi Analisis Pengujian Respon Fisik dan Respon Mutu Hedonik	95

ABSTRAK

OPTIMALISASI FORMULA PASTA KOPI ROBUSTA YANG DIPENGARUHI OLEH PENAMBAHAN CMC, TEPUNG MOCAF, DAN GULA AREN DENGAN MENGGUNAKAN METODE DESIGN EXPERT D-OPTIMAL

Oleh

Muhammad Rakha Aditya

18.302.0191

(Program Studi Teknologi Pangan)

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi optimal pada pembuatan pasta kopi robusta menggunakan *Design-Expert 13* metode *Mixture D-Optimal* berdasarkan fisik, dan organoleptik. Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi tentang pemanfaatan gula aren sebagai pemanis alami pada produk pasta kopi robusta dan meningkatkan tekstur pada pasta kopi robusta dengan *gelling agent* yaitu CMC dan tepung mocaf

Penelitian yang dilakukan terdiri dari dua tahap yaitu penelitian tahap I dan penelitian tahap II. Penelitian tahap I yaitu membuat ekstrak kopi robusta menggunakan metode V60, sedangkan penelitian tahap II yang dilakukan yaitu menentukan formulasi optimal dari pasta kopi robusta menggunakan program *Design Expert 13* metode *Mixture D-Optimal* dengan menganalisis setiap formulasi yang direkomendasikan oleh program. Analisis yang dilakukan yaitu daya oles dan uji mutu hedonik terhadap atribut warna, rasa, aroma, dan tekstur

Hasil penelitian berdasarkan prediksi *Design Expert 13* diperoleh sebanyak 14 formulasi yang direkomendasikan. Didapat satu formulasi optimal dengan nilai *desirability* 0,600 dengan CMC 1,00%, gula merah 25,00%, dan tepung mocaf 1,00%. Berdasarkan formulasi terpilih dilakukan verifikasi di laboratorium dan didapatkan daya oles sebesar 7,1 cm, skor atribut rasa sebesar 5,4, skor atribut warna sebesar 5,2, skor atribut aroma sebesar 4,13, dan skor atribut tekstur sebesar 3,9

Kata Kunci: Pasta Kopi Robusta, Ekstrak Kopi Robusta, CMC, *Design Expert*,

Tepung Mocaf

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF ROBUSTA COFFEE PASTE FORMULA WITH THE ADDITION OF CMC, MOCAF FLOUR, AND PALM SUGAR USING THE D-OPTIMAL DESIGN EXPERT METHOD

By

Muhammad Rakha Aditya

Student ID: 18.302.0191

(Study Program Of Food Technology)

This research aims to obtain an optimal formulation for the production of robusta coffee paste using the Design-Expert 13 Mixture D-Optimal method, based on physical and organoleptic properties. The benefit of this research is to provide information on the utilization of palm sugar as a natural sweetener in robusta coffee paste products and to improve the texture of the coffee paste using a gelling agent, namely CMC, and mocaf flour.

The research was conducted in two stages: preliminary research and main research. The preliminary research involved making robusta coffee extract using the V60 method, while the main research focused on determining the optimal formulation for robusta coffee paste using the Design Expert 13 software and the Mixture D-Optimal method by analyzing each formulation recommended by the program. The analyses performed included spreadability and hedonic quality tests for attributes such as color, taste, aroma, and texture.

The results of the research, based on the predictions from Design Expert 13, yielded 14 recommended formulations. One optimal formulation was obtained with a desirability value of 0.600, consisting of 1.00% CMC, 25.00% palm sugar, and 1.00% mocaf flour. Based on this selected formulation, laboratory verification was conducted, and the results showed a spreadability of 7.1 cm, a taste score of 5.4, a color score of 5.2, an aroma score of 4.13, and a texture score of 3.9.

Keywords: Robusta coffee paste, Robusta coffee extract, CMC (Carboxymethyl Cellulose), Design Expert Software and MOCAF flour (Modified Cassava Flour)

I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Latar belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Waktu dan Tempat Penelitian

1.1. Latar Belakang

Kopi adalah komoditas perkebunan yang memiliki peran perekonomian nasional yang sangat penting. Menurut Sudjarmoko (2013), kontribusi komoditas kopi terhadap ekonomi nasional sangat besar, yaitu sebagai sumber devisa negara, pendapatan petani, penciptaan lapangan kerja, pembangunan wilayah, pendorong agrobisnis dan agroindustri, serta pendukung konservasi. Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbesar ketiga di dunia setelah Brasil dan Vietnam. Produksi kopi pada tahun 2014 menurut Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (2016) sebesar 685. 000ton atau 8,90% dari produksi kopi dunia dengan komposisi 76,70% robusta dan sisanya arabika. Walaupun demikian, industri pengolahan kopi nasional hanya mampu menyerap sekitar 35% dari total produksi kopi di Indonesia, sisanya 65% masih diekspor sehingga perluasan ragam pemanfaatan dan diversifikasi produk kopi sangat diperlukan untuk meningkatkan serapan kopi di industri nasional.

Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan dikonsumsi secara luas dalam berbagai bentuk produk olahan (Esquivel & Jiménez, 2012). Selain dikonsumsi sebagai minuman, kopi juga dapat diolah menjadi berbagai produk makanan, salah satu produk diversifikasi dari kopi adalah pasta kopi. Pasta kopi merupakan inovasi produk berbasis kopi yang dapat digunakan sebagai bahan olesan (*spread*), isian produk bakery, atau campuran dalam berbagai aplikasi kuliner lainnya (Suloi et al., 2019).

Produk olahan kopi saat ini didominasi oleh produk kopi instan, *ready- to-drink coffee* dan konsentrat kopi. Pemanfaatan kopi menjadi produk pasta menjadi salah satu upaya diversifikasi produk kopi. Pasta kopi memiliki keunggulan yaitu praktis untuk dikonsumsi. Masyarakat cenderung menginginkan hal yang praktis, sehingga pasta kopi mempermudah masyarakat yang ingin mengkonsumsi kopi di pagi hari. Masyarakat dapat mengoleskan pasta kopi pada sepotong roti tanpa harus

menyeduh kopi untuk menikmatinya. Kopi yang digunakan untuk membuat pasta kopi berupa ekstrak kopi yang diperoleh dengan cara menyeduh kopi bubuk dengan air. Ekstrak kopi yang cair membutuhkan bahan pembawa untuk menghasilkan karakteristik pasta yang kental dan mudah dioles (Pertiwi, 2015).

Salah satu tantangan dalam pembuatan pasta kopi adalah pemilihan pemanis yang tepat untuk menghasilkan rasa yang seimbang serta tekstur yang optimal. Sukrosa sering digunakan sebagai pemanis utama dalam berbagai produk pangan, namun dalam beberapa kasus, penggunaannya dapat dikurangi atau digantikan oleh pemanis alami lainnya untuk meningkatkan nilai fungsional produk (Nafisah et al., 2018). Gula aren merupakan alternatif pemanis alami yang memiliki indeks glikemik lebih rendah dibandingkan sukrosa serta mengandung mineral seperti kalium, magnesium, dan zat besi yang bermanfaat bagi kesehatan (Soekarto, 1990). Penggunaan gula aren dalam pasta kopi diharapkan dapat memberikan cita rasa yang khas dengan aroma karamel yang lebih kompleks dibandingkan dengan sukrosa (Winarmo, 1997).

Gula aren merupakan gula asli masyarakat Indonesia. Gula aren adalah pemanis yang diproduksi dari pohon nira aren. Gula aren mempunyai kelebihan, antara lain warna kecoklatan, aroma yang khas, serta mempunyai nilai indeks glikemik yang rendah dibandingkan gula pasir yaitu sebesar 35 (Pertiwi, 2015). Nektar pohon aren diolah menjadi gula aren, pemanis alami. Tak jarang masyarakat jaman sekarang menggabungkan penggunaan gula aren berbasis cair dengan kopi instan ready to drink. Pembuatan pasta kopi robusta dengan ekstrak kopi dan gula aren cair akan membuat pasta yang bisa dioleskan yang rasanya tidak seperti selai tapi mudah dioleskan. Aren merupakan jenis tanaman palem yang memiliki kandungan fruktosa dan sukrosa yang tinggi. Agar pasta kopi lebih mudah menyebar, harus ditambahkan gelling agent. CMC dapat digunakan sebagai bahan pembentuk gel (Sidrotullah et al., 2019).

Selain pemanis, aspek tekstur merupakan elemen penting dalam pengembangan pasta kopi. Salah satu bahan yang sering digunakan untuk memperbaiki tekstur adalah *Carboxymethyl Cellulose* (CMC). CMC merupakan derivat selulosa yang tergolong dalam golongan hidrokolloid dan banyak diaplikasikan sebagai *thickening agent*, *stabilizer*, dan *gelling agent* dalam produk

pangan (Kumar et al., 2020). Dalam formulasi pasta kopi, penambahan CMC dapat meningkatkan viskositas, kestabilan fisik selama penyimpanan, serta memberikan tekstur yang lebih kental dan homogen.

CMC bersifat larut dalam air dan membentuk larutan kental yang stabil dalam berbagai kondisi pH dan suhu. Hal ini menjadikannya sangat cocok untuk digunakan dalam produk semi-padat seperti pasta kopi, karena dapat mempertahankan konsistensi yang seragam dan mencegah pemisahan fase cair dan padat selama penyimpanan (Farris et al., 2014). CMC juga berfungsi sebagai pengikat air, sehingga dapat mengurangi kehilangan kelembaban dan memperpanjang masa simpan produk (Azmin et al., 2021).

Dalam struktur kimianya, CMC terdiri dari unit β -(1,4)-glukosa yang dimodifikasi dengan gugus karboksimetil, yang memungkinkan terbentuknya jaringan gel yang fleksibel namun kuat (González-Tello et al., 2007). Selain itu, CMC juga memiliki kemampuan untuk bertindak sebagai pengemulsi, membantu menyatukan komponen yang tidak saling larut seperti lemak dan air, yang penting dalam menjaga stabilitas emulsi dalam pasta kopi (Thakur et al., 1997).

Dengan kemampuannya tersebut, CMC memberikan kontribusi besar terhadap kualitas akhir produk pasta kopi, baik dari segi tekstur, viskositas, maupun kestabilan produk selama masa simpan.

Bahan pengisi dalam formulasi pangan memiliki peran penting dalam meningkatkan volume, tekstur, dan stabilitas produk akhir. Dalam pembuatan pasta kopi, bahan pengisi seperti tepung mocaf digunakan untuk mengatur konsistensi dan viskositas, sehingga produk yang dihasilkan memiliki daya sebar yang baik dan tidak terlalu encer atau terlalu padat (Suloi et al., 2019). Selain itu, bahan pengisi dapat membantu dalam memperpanjang umur simpan dengan mengurangi kadar air bebas dalam produk, sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menyebabkan kerusakan (De Man, 1997). Dengan demikian, pemilihan bahan pengisi yang tepat sangat penting untuk memastikan pasta kopi memiliki kualitas sensoris yang optimal serta karakteristik fisikokimia yang stabil selama penyimpanan.

Tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) merupakan tepung yang berasal dari singkong yang telah mengalami proses modifikasi fermentasi, sehingga

memiliki karakteristik fisikokimia yang lebih baik dibandingkan dengan tepung singkong biasa (Nafisah et al., 2018). Salah satu keunggulan tepung mocaf adalah kemampuannya dalam meningkatkan kekenyalan dan daya sebar pada produk pangan (Suloi et al., 2019). Selain itu, tepung mocaf mengandung serat pangan yang dapat membantu pembentukan struktur gel serta meningkatkan daya sebar (*spreadability*) produk. Keunggulan lainnya adalah rendahnya kandungan gluten, sehingga lebih ramah bagi individu dengan intoleransi gluten (Esquivel & Jiménez, 2012).

Dengan adanya kombinasi penggunaan gula aren sebagai pemanis, CMC sebagai *gelling agent*, serta tepung mocaf sebagai bahan pengisi, diharapkan dapat menghasilkan pasta kopi dengan tekstur yang baik, stabilitas tinggi, serta rasa yang lebih kaya dan bernilai fungsional lebih tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formulasi optimal dalam pembuatan pasta kopi dengan kombinasi bahan-bahan tersebut agar dapat diterima secara sensoris dan memiliki karakteristik fisikokimia yang sesuai dengan standar kualitas pangan.

Formulasi CMC dan gula aren serta tepung mocaf terhadap pembuatan pasta ekstrak kopi robusta menggunakan program *Design Expert metode D-Optimal* dapat menentukan metode terbaik. Metode *design expert* digunakan untuk menentukan formulasi dengan adanya batasan-batasan yang digunakan disetiap komponen bahan dalam pembuatan pasta kopi. Metode *design expert* yang digunakan yaitu *mixture design metode D-Optimal*.

Design Expert merupakan sebuah program yang digunakan untuk optimasi produk atau proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel, dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut (Bas dan Boyaci, 2007). Adapun kelebihan dari *Design Expert* yaitu program ini memiliki ketelitian secara numerik mencapai 0,001 dan dapat mengolah data dengan cepat dan akurat sesuai kebutuhan (Zulkarnain, 2019). Berdasarkan uraian diatas diperlukan penelitian untuk mengetahui formulasi pasta berbahan dasar kopi robusta menggunakan *Design Expert*.

1.2. Identifikasi Masalah

Apakah formula CMC, gula aren dan tepung mocaf dalam pembuatan pasta kopi robusta dapat diperoleh menggunakan *Design Expert* metode *D-Optimal*.

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan formulasi terbaik CMC dan gula aren serta tepung mocaf dalam pembuatan pasta kopi robusta menggunakan *design expert* metode *D-optimal*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh formulasi optimal pada pembuatan pasta kopi robusta menggunakan *design expert* metode *D-optimal*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai cara pembuatan pasta dari bahan dasar ekstrak biji kopi.
2. Dapat mengetahui proporsi CMC, gula aren dan tepung mocaf yang tepat pada pembuatan pasta kopi robusta.

1.5. Kerangka Pemikiran

Pasta adalah produk pangan berbentuk semi-padat yang diperoleh melalui proses pencampuran bahan-bahan tertentu hingga mencapai tekstur yang homogen dan mudah dioleskan. Produk ini dapat dibuat dari berbagai bahan dasar seperti buah, kacang-kacangan, atau biji kopi, dengan tambahan gula, pengental, dan bahan penstabil untuk mendapatkan konsistensi yang diinginkan (De Man, 1997).

Pasta kopi adalah produk olahan berbasis kopi yang berbentuk semi-padat dengan tekstur yang lebih kental dibandingkan sirup, tetapi lebih lunak dibandingkan selai. Pasta kopi umumnya dibuat dari ekstrak kopi, gula, pengental, dan bahan tambahan lainnya seperti perisa atau emulsifier untuk meningkatkan kestabilan dan kualitas sensorinya (Winarmo, 1997). Produk ini dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam berbagai aplikasi pangan, seperti isian roti, topping kue, dan campuran dalam minuman.

Pasta kopi merupakan produk pangan semi-padat yang dikembangkan sebagai inovasi berbasis kopi dengan penambahan bahan tambahan untuk

meningkatkan tekstur, rasa, serta nilai gizinya. Dalam pembuatan pasta kopi, penggunaan CMC sebagai agen pembentuk gel berperan penting dalam meningkatkan daya oles dan stabilitas tekstur. Selain itu, gula aren dipilih sebagai pemanis utama untuk menggantikan sukrosa, karena memiliki indeks glikemik lebih rendah dan memberikan cita rasa khas. Sementara itu, tepung mocaf digunakan sebagai bahan pengisi yang dapat meningkatkan kekentalan serta memberikan kontribusi terhadap kandungan serat pangan dalam produk (Widyastuti et al., 2020).

Pembentukan gel pada pembuatan pasta sangat berperan penting. Pada produk berbasis kopi seperti pasta atau selai kopi, penambahan Carboxymethyl Cellulose (CMC) berfungsi sebagai agen penstabil dan pengental yang bekerja dengan menyerap air dan membentuk larutan kental. Tidak seperti pektin, CMC tidak memerlukan kondisi asam maupun konsentrasi gula tinggi untuk membentuk gel. CMC merupakan turunan selulosa yang bersifat hidrofilik, sehingga mampu membentuk struktur koloid yang stabil dengan air melalui interaksi fisik, bukan reaksi kimia (Whistler & BeMiller, 1997; Imeson, 2010). CMC bekerja dengan cara membentuk jaringan viskoelastis yang menyerupai gel, yang mampu mengikat air bebas dan meningkatkan viskositas sistem. Semakin tinggi konsentrasi CMC yang ditambahkan, maka semakin tinggi pula daya ikat air dan viskositas larutan, menghasilkan tekstur yang lebih kental dan stabil (Desrosier, 1988).

Menurut penelitian Nathania (2018), penambahan CMC sebesar 0,6% pada formulasi selai kopi berbasis labu siam menghasilkan karakteristik fisik dan sensoris terbaik, dengan aktivitas air sebesar 0,84, viskositas 8.440 cPs, dan daya oles sebesar 20,6 cm². Selain itu, tidak ditemukan sineresis hingga penyimpanan minggu ke-4, menunjukkan kestabilan struktur gel yang baik. Hasil uji organoleptik juga menunjukkan skor tinggi pada parameter rasa, mouthfeel, dan aroma.

Penelitian serupa oleh Handoyo (2018) yang menggunakan labu kuning sebagai bahan tambahan dalam selai kopi menunjukkan bahwa penambahan CMC 0,6% memberikan hasil viskositas sebesar 9.442 cPs, aktivitas air 0,93, dan daya oles 24,9 cm². Panelis menyukai tekstur kental yang terbentuk, dan sineresis yang terjadi tergolong rendah (5–12%), menunjukkan efektivitas CMC dalam menjaga kestabilan produk.

Sementara itu, Sugianto (2018) menggunakan labu kabocha sebagai bahan pembawa pada selai kopi, dan menemukan bahwa konsentrasi CMC 2,1% menghasilkan viskositas tertinggi sebesar 9.490 cPs dan aktivitas air 0,855. Daya oles produk sebesar 6,41 cm²/g menunjukkan konsistensi yang lebih padat dan kental. Penilaian organoleptik juga memperlihatkan tingkat kesukaan tinggi, terutama pada rasa dan mouthfeel (skor >6 pada skala 1–7).

Dalam formulasi selai buah, penelitian Riwal dkk. menggunakan buah pisang sebagai bahan utama dan menemukan bahwa penambahan CMC sebesar 0,2% memberikan hasil terbaik. Selai memiliki tekstur dan warna yang paling disukai panelis, dengan kadar air 32,5%, pH 4,25, kadar gula 4,7%, dan kandungan vitamin C sebesar 0,1%. Ini menunjukkan bahwa meskipun konsentrasi CMC yang digunakan lebih rendah, hasil yang diperoleh tetap baik bila disesuaikan dengan karakteristik bahan baku

Hasil uji kimia dan fisik dari formulasi pasta kopi ini mengacu pada penelitian Anis (2023), yang menunjukkan bahwa penggunaan gula aren dalam formulasi selai kopi menghasilkan produk dengan kadar air 40,38%, kadar abu 1,3%, kadar gula total 7,89%, dan viskositas 11,039 Ns/m². Selain itu, penelitian Rianto dkk. (2017) mengungkapkan bahwa penambahan CMC berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, total padatan terlarut, serta penilaian sensori pada selai jagung manis. Dari segi organoleptik, penelitian yang dilakukan oleh Maya dan Irfin (2021) menyatakan bahwa kadar CMC dan kadar air dalam formulasi sangat menentukan kualitas akhir produk, termasuk tekstur, warna, dan rasa.

Menurut penelitian Siregar et al. (2022), penggunaan tepung mocaf sebagai pengganti sebagian pektin pada formulasi selai kolang-kaling menunjukkan hasil fisik dan sensoris yang optimal pada konsentrasi 20%. Formulasi ini menghasilkan aktivitas air sebesar 0,55, viskositas yang stabil dengan sineresis hanya 3,6%, serta tekstur dengan nilai hardness sebesar 26,20 g dan adhesivitas 1,35 mJ. Selain itu, nilai daya oles mencapai 3,80 (skor uji sensori), menunjukkan kemampuan sebar yang baik. Hasil uji organoleptik memperlihatkan skor tinggi pada parameter warna, tekstur, dan kemudahan pengolesan, yang menunjukkan bahwa mocaf dapat berfungsi sebagai bahan pengental alami yang mendukung kestabilan fisik dan mutu sensoris produk selai.

Berdasarkan berbagai penelitian di atas, formulasi pasta kopi dengan CMC, gula aren, dan tepung mocaf memiliki potensi untuk menghasilkan produk dengan tekstur optimal, rasa yang seimbang, serta kandungan serat yang lebih tinggi dibandingkan produk berbasis kopi konvensional. Penggunaan CMC sebagai gelling agent memastikan daya oles yang baik dan kestabilan tekstur, sementara gula aren sebagai pemanis alami meningkatkan kualitas rasa tanpa menggunakan sukrosa. Tepung mocaf berperan sebagai bahan pengisi dan pengental alami yang tidak hanya memperkaya kandungan serat, tetapi juga membantu menurunkan kadar air bebas sehingga memperpanjang umur simpan produk. Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada optimasi proporsi ketiga bahan ini untuk meningkatkan karakteristik fisik, kimia, dan organoleptik pasta kopi agar sesuai dengan preferensi konsumen dan standar mutu pangan.

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan diatas, diduga formula optimal CMC dan gula aren serta tepung mocaf dapat diperoleh menggunakan program *design expert metode D-optimal*.

1.7. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Januari 2025 dan tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Teknologi Pangan dan Laboratorium Komputasi Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan, Jalan Dr. Setiabudi No. 193, Bandung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Selai, (2) Kopi, (3) Uji Organoleptik, (4) Daya Oles, (5) Proses Pembentukan Gel pada Selai, (6) Design Expert

2.1. Pasta

Pasta adalah produk pangan berbentuk semi-padat yang diperoleh melalui proses pencampuran bahan-bahan tertentu hingga mencapai tekstur yang homogen dan mudah dioleskan. Produk ini dapat dibuat dari berbagai bahan dasar seperti buah, kacang-kacangan, atau biji kopi, dengan tambahan gula, pengental, dan bahan penstabil untuk mendapatkan konsistensi yang diinginkan (De Man, 1997).

Pasta kopi adalah produk olahan berbasis kopi yang berbentuk semi-padat dengan tekstur yang lebih kental dibandingkan sirup, tetapi lebih lunak dibandingkan selai. Pasta kopi umumnya dibuat dari ekstrak kopi, gula, pengental, dan bahan tambahan lainnya seperti perisa atau emulsifier untuk meningkatkan kestabilan dan kualitas sensorinya (Winarmo, 1997). Produk ini dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam berbagai aplikasi pangan, seperti isian roti, topping kue, dan campuran dalam minuman.

Meskipun pasta kopi dan selai memiliki tekstur yang serupa, keduanya memiliki perbedaan utama dalam komposisi dan karakteristiknya:

1. **Bahan Dasar:** Selai umumnya berbasis buah yang dihancurkan dan dimasak dengan gula serta CMC sebagai pengental (Soekarto, 1990). Sedangkan pasta umumnya terbuat dari kacang-kacangan, coklat atau kakao dan dari ekstrak kopi.
2. **Tekstur dan Konsistensi:** Pasta memiliki tekstur yang lebih halus dan lebih mudah dioleskan dibandingkan selai, yang sering kali memiliki serat buah.
3. **Kandungan Air:** Selai memiliki kadar air lebih tinggi karena berasal dari buah segar, sementara pasta kopi cenderung memiliki kadar air lebih rendah untuk mempertahankan konsistensi yang lebih pekat.

Standar mutu untuk pasta kopi belum secara spesifik ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Namun, standar mutu produk pasta umumnya mengacu pada beberapa parameter, sebagaimana ditampilkan dalam tabel II.1 berikut:

Tabel II 1. Kriteria Mutu Pasta

No	Parameter	Batas Standar
1	Kadar air	Maksimum 30%
2	Total Padatan Terlarut	Minimum 40°Brix
3	pH	Rentang 4,5 – 6,5
4	Daya Oles (Viskositas)	Memadai untuk aplikasi pangan
5	Kandungan Gula Minimum	Minimum 20%

(Sumber: De Man, 1997)

Beberapa acuan mutu dapat diadaptasi dari standar untuk produk sejenis, seperti pasta coklat atau selai, sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) atau Codex Alimentarius (De Man, 1997). Standar mutu untuk pasta kopi belum secara spesifik ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Namun, standar mutu produk pasta umumnya mengacu pada beberapa parameter, seperti:

1. **Kandungan Gula Minimum:** Kandungan gula yang cukup penting dalam pasta kopi karena berperan dalam memberikan rasa manis, memperbaiki tekstur, serta membantu dalam pembentukan gel dan daya oles produk. Kandungan gula minimum sebesar 20% diperlukan untuk memastikan stabilitas produk dan meningkatkan daya simpan (De Man, 1997).
2. **Kadar Air:** Maksimum 30% untuk menjaga kestabilan produk dan umur simpan.
3. **Total Padatan Terlarut:** Minimum 40°Brix untuk mengetahui kadar gula dan kekentalan produk.
4. **pH:** Rentang 4,5–6,5 untuk menentukan keasaman dan kestabilan mikrobiologi.
5. **Daya Oles:** Harus memiliki viskositas yang memadai agar mudah diaplikasikan pada berbagai permukaan makanan (De Man, 1997).

Bahan tambahan yang mempengaruhi pembuatan pasta adalah sebagai berikut:

1. Gula

Gula adalah suatu karbohidrat sederhana karena dapat larut dalam air dan langsung diserap tubuh untuk diubah menjadi energy. Gula merupakan salah satu pemanis yang umum dikonsumsi masyarakat. Gula biasa digunakan sebagai

pemanis di makanan maupun minuman, dalam bidang makanan, selain sebagai pemanis, gula juga digunakan sebagai stabilizer dan pengawet (Darwin, 2013).

Gula berperan sebagai pengawet bagi berbagai macam makanan terutama jam, jeli, marmalade, sari buah pekat, sirup dan lain-lain. Konsentrasi gula yang tinggi (70%) sudah dapat menghambat pertumbuhan mikroba (Muchtadi, 1997). Pada pembuatan selai penggunaan gula yang baik berkisar antara 65%-70%. Jika kekurangan gula pasir maka gel yang dihasilkan kurang kuat, dan jika gula yang ditambahkan berlebih maka akan menghasilkan Kristal-kristal gula. Hal ini akan mempengaruhi daya oles pada pasta. Gula yang digunakan pada penelitian ini adalah gula aren.

Pada penelitian ini, gula aren digunakan sebagai pemanis alami pengganti gula pasir. Gula aren dikenal memiliki kandungan mineral dan senyawa bioaktif yang lebih tinggi dibandingkan gula putih, seperti zat besi, kalsium, dan antioksidan (Hidayati et al., 2018). Selain memberikan rasa manis yang khas dan aroma karamel yang lebih kompleks, gula aren juga dapat membantu mempertahankan kestabilan tekstur produk serta meningkatkan nilai gizi. Penggunaan gula aren dalam produk pangan juga didukung oleh kecenderungan konsumen terhadap bahan alami dan sehat, sehingga gula aren menjadi alternatif pemanis yang baik dalam pengembangan pasta kopi.

2. Bahan Pengental

Bahan pembentuk gel merupakan komponen polimer tertinggi yang merupakan gabungan molekul dan lilitan dari polimer molekul yang akan membuat sifat menjadi kental seperti yang diinginkan. Molekul polimernya akan berikatan melalui ikatan silang membentuk struktur jaringan 3 dimensi dengan molekul pelarut terperangkap dalam jaringan (Clegg, 1995). Bahan pembentuk gel (gelling agent) merupakan bahan tambahan yang biasanya berfungsi untuk menstabilkan dan mengentalkan berbagai macam makanan seperti jeli, selai dan makanan penutup lainnya. Bahan pembentuk gel yang dapat berikatan sinergis yaitu seperti karagenan, CMC dan gum guar (Johnson, 2007).

CMC merupakan turunan selulosa yang banyak ditemukan di dinding sel tumbuhan. Senyawa ini terbentuk dari rantai polisakarida selulosa yang dimodifikasi dengan gugus karboksimetil sehingga bersifat hidrofilik dan mudah

larut dalam air (Dranca & Oroian, 2018). Berbagai penelitian terbaru memfokuskan pada ekstraksi CMC dari sumber alternatif serta pemurnian dan karakterisasi sifat fisik, kimia, dan reologi CMC untuk aplikasi yang lebih luas, termasuk di bidang pangan dan farmasi.

Sebagai agen pembentuk gel, penebal, dan penstabil, CMC memiliki sifat reologi yang stabil dan tahan terhadap perubahan suhu serta pH dalam rentang luas. Oleh karena itu, CMC banyak digunakan dalam produk pangan dan non-pangan. Selain itu, dalam bidang farmasi, CMC juga berfungsi sebagai matriks untuk pengiriman obat, agen pengikat, dan stabilisator (Fitria, 2013).

Pembentukan gel oleh CMC tidak bergantung pada kondisi asam atau kadar gula tinggi seperti pada pektin. CMC membentuk larutan koloid dengan meningkatkan viskositas melalui ikatan fisik dan interaksi hidrofobik. Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat pembentukan gel dan stabilitas CMC antara lain:

1. pH: CMC stabil dalam rentang pH yang luas, umumnya antara pH 3 hingga 11, sehingga tidak memerlukan kondisi asam khusus untuk membentuk gel (Schoelkopf et al., 2017).
2. Kadar gula: Berbeda dengan pektin, CMC tidak memerlukan kadar gula tinggi untuk mempertahankan struktur gel dan viskositasnya (Thakur et al., 1997).
3. Ion kalsium: Pembentukan gel oleh CMC tidak bergantung pada ion kalsium seperti mekanisme 'egg-box' pada pektin rendah metoksil (Srianta et al., 2012).
4. Konsentrasi CMC: Konsentrasi optimal CMC untuk aplikasi pengentalan dan pembentukan gel umumnya berkisar antara 0,5–1,5%, tergantung pada jenis produk dan karakteristik tekstur yang diinginkan (May, 1990).

Dengan sifat tersebut, CMC banyak dimanfaatkan dalam formulasi produk pangan sebagai bahan pengental dan stabilisator yang mampu meningkatkan tekstur, daya simpan, dan kualitas produk tanpa mempengaruhi rasa.

2.2. Gula Aren

Dalam istilah kuliner, gula adalah tipe makanan yang diasosiasikan dengan salah satu rasa dasar, yaitu manis. Komponen utama dari gula adalah karbohidrat.

Jenis gula yang paling sering digunakan sehari-hari adalah kristal sukrosa padat. Gula berfungsi untuk merubah rasa dan struktur makanan atau minuman. Saat ini setidaknya dikenal tiga jenis gula yaitu gula tebu, gula bit, dan gula aren (BPTP Banten 2005).

Gula aren sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai salah satu pemanis makanan dan minuman yang bisa menjadi substitusi gula pasir (gula tebu). Gula aren diperoleh dari proses penyadapan nira aren yang kemudian dikurangi kadar airnya hingga menjadi padat. Kekhasan gula aren dibandingkan dengan gula lainnya adalah gula aren mengandung kadar sukrosa lebih tinggi (84%), dibandingkan gula tebu (20%) dan gula bit (17%). Selanjutnya kandungan nutrisi gula aren seperti kadar protein, lemak, kalium dan fosfor ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan gula tebu dan gula bit (Pertiwi, 2015). Selain kandungan nutrisi yang lebih tinggi, kandungan mineral seperti kalium, magnesium, dan zat besi yang lebih tinggi dibandingkan gula tebu

Standar mutu gula aren diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3743-1995 yang mencakup beberapa parameter penting, sebagaimana ditampilkan dalam tabel berikut (SNI, 1995):

Tabel II 2. Standar Mutu Gula Aren

Parameter	Batas Maksimum/ Minimum
Kadar Air	Maksimum 10%
Kadar Sukrosa	Minimum 75%
Kadar Abu	Maksimum 3%
Kandungan Logam Berat	Sesuai batas aman standar pangan
Kontaminan Mikrobiologi	Tidak mengandung <i>Salmonella</i> dan <i>Eschericia coli</i>

Sumber: (SNI 01-3743, 1995)

Berikut adalah kandungan kimia utama dalam 100gram gula aren yang terlampir pada tabel

Tabel II 3. Kandungan Kimia Gula Aren per 100gram

Komponen	Kandungan
Karbohidrat	90 - 97%
Air	2 - 5%
Protein	0,1 - 0,5%
Lemak	0 – 0,2%
Abu	1 - 3%
Mineral (K, Mg, Fe)	0,5% - 1,5%

Sumber: (Winarno, 2008)

Gula aren memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sukrosa, di antaranya adalah (De Man, 1997):

1. Rasa yang Lebih Kompleks: Gula aren memiliki aroma karamel dan rasa yang lebih kaya dibandingkan sukrosa, yang dapat meningkatkan karakteristik sensoris pasta.
2. Indeks Glikemik Lebih Rendah: Gula aren memiliki indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan gula pasir, sehingga lebih ramah bagi penderita diabetes dalam konsumsi terbatas (Winarno, 2008).
3. Kandungan Mineral yang Lebih Tinggi: Gula aren mengandung mineral seperti kalium, magnesium, dan zat besi yang tidak terdapat dalam sukrosa, sehingga dapat memberikan nilai tambah dari segi kesehatan (Apriyantono et al., 1989).
4. Sifat Higroskopis: Gula aren memiliki sifat lebih higroskopis dibandingkan sukrosa, yang dapat membantu mempertahankan kelembapan pasta dan mencegah kristalisasi berlebihan (SNI, 1995).

2.3. Tepung Mocaf

Modified cassava flour atau mocaf adalah jenis tepung yang terbuat dari singkong dan dimodifikasi dengan cara difermentasi, sehingga aroma dari singkong menjadi hilang (Mas'udah, 2020). Singkong dapat diolah menjadi tepung tapioka dan tepung mocaf. Komponen utama tepung tapioka adalah pati yang mengandung karbohidrat, sedangkan tepung mocaf terbuat dari seluruh bagian singkong yang digiling. Sehingga dalam jenis tepung ini mengandung karbohidrat dan protein

(Dwi Fibrta, 2019). Hal yang membedakan mocaf dibandingkan tepung ubi kayu atau tepung tapioka adalah bahwa mocaf diproses melalui proses fermentasi. Dalam pembuatan tepung mocaf sel ubi kayu difermentasi dengan memanfaatkan mikroba BAL (Bakteri Asam Laktat) yang mampu menghasilkan enzim CMColitik dan selulolitik serta asam laktat, sehingga tepung yang dihasilkan memiliki karakteristik dan kualitas hampir menyerupai terigu (Subagio, 2007). Mikroba yang tumbuh pada ubi kayu menghasilkan enzim CMColitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sehingga terjadi pembebasan granula pati. Proses pembebasan granula pati ini menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Selanjutnya, granula pati tersebut mengalami hidrolisis dan menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Senyawa asam ini bercampur dalam tepung sehingga ketika tepung tersebut diolah akan menghasilkan aroma dan cita rasa yang khas yang dapat menutupi aroma dan cita rasa ubi kayu yang cenderung tidak disukai konsumen hingga 70% (Subagio, 2007).

Salah satu keunggulan tepung mocaf jika dibandingkan dengan tepung terigu adalah mocaf memiliki kadar abu yang lebih rendah yaitu berkisar 0,4 persen, sedangkan terigu berkisar 1,3 persen (Widasari et al., 2014). Kadar abu merupakan zat anorganik di dalam tepung terigu yang tidak habis terbakar dan tidak menguap dalam proses pembakaran. Kadar abu dapat digunakan untuk mengevaluasi nilai gizi bahan pangan serta menunjukkan total mineral yang dapat bersifat toksik yang terkandung dalam bahan tersebut, dimana semakin tinggi kadar abu akan semakin buruk kualitas bahan pangan tersebut (Pangestuti & Darmawan, 2021).

Mocaf memiliki kadar pati yang lebih tinggi dibanding tepung terigu yang berkisar 85-87 persen, kadar pati yang tinggi ini berbanding lurus dengan kadar karbohidratnya sehingga tepung mocaf juga memiliki kadar karbohidrat yang tinggi. Selain itu mocaf juga memiliki kadar serat yang lebih tinggi dibanding dengan terigu (Widasari et al., 2014). Karena tinggi akan serat, maka tepung mocaf memiliki efek sebagai probiotik yang membantu pertumbuhan mikroba menguntungkan di dalam pencernaan serta cocok untuk penderita diabetes. Mocaf tidak mengandung gluten. Tidak adanya kandungan gluten pada mocaf menjadikan

tepung ini lebih toleran bagi para penyandang autisme, diabetes, alergi, dan penyakit pencernaan.

2.4. Kopi

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. Kopi berasal dari Afrika, yaitu daerah pegunungan di Etopia. Namun, kopi sendiri baru dikenal oleh masyarakat dunia setelah tanaman tersebut dikembangkan di luar daerah asalnya, yaitu Yaman di bagian selatan Arab (Rahardjo, 2012).

Kopi adalah spesies tanaman berbentuk pohon dan termasuk dalam family Rubiaceae. Tanaman ini tumbuh tegak, bercabang dan dapat mencapai tinggi 12m (Danarti dan Najiyati, 2004). Tanaman kopi merupakan komoditas ekspor yang mempunyai nilai ekonomis yang relatif tinggi di pasaran dunia, di samping merupakan salah satu komoditas unggulan yang dikembangkan di Jawa Barat. Sudah hampir tiga abad kopi diusahakan penanamannya di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan konsumsi di dalam negeri dan luar negeri (Rahardjo, 2017). Lebih dari 90% tanaman kopi diusahakan oleh rakyat. Di dunia perdagangan dikenal beberapa golongan kopi, akan tetapi yang paling sering dibudidayakan dan diperdagangkan adalah kopi arabika, robusta, dan liberika (Danarti dan Najiyati, 2004).



Gambar II 1, Tanaman Kopi

2.3.1 Morfologi Kopi

Sistem taksonomi tanaman kopi adalah sebagai berikut (Rahardjo, 2012):

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Tumbuhan penghasil biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (Tumbuhan dikotil)
Sub Kelas	: <i>Asteridae</i>
Ordo	: <i>Rubiales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i> (Suku kopi-kopian)
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea canephora</i> var. <i>robusta</i> (kopi robusta),

Morfologi ataupun bagian-bagian dari tanaman kopi adalah sebagai berikut (Subandi, 2011):

1. Akar

Akar tanaman kopi termasuk kedalam akar yang tidak dalam, karena lebih dari 90% dari berat akar ada pada lapisan tanah 0-30 cm. Akar tanaman kopi peka terhadap bahan organik, perlakuan tanah, sangian rumput dan akar kopi memerlukan banyak oksigen.

2. Batang dan Cabang

Dalam pertumbuhannya tanaman kopi berbatang tegak lurus, ruas-ruas cabang dapat membentuk dua bentuk dalam pertumbuhannya, yaitu pertumbuhan ortotropik (tegak) dan pertumbuhan plagiotropik (ke samping). Ketiak daun batang tanaman kopi terdapat dua macam kuncup tunas, yaitu:

a. Kuncup tunas primer

Kuncup ini hanya terdapat satu dibagian paling atas. Kuncup tunas primer dapat tumbuh menjadi cabang primer (cabang buah), kecuali 2-5 pasang daun yang terletak paling bawah.

b. Kuncup tunas reproduksi

Kuncup ini terdiri dari 4-5 buah yang terletak di bawah kuncup-kuncup primer. Kuncup ini juga dapat tumbuh menjadi tunas reproduksi.

3. Daun

Daun tanaman kopi tumbuh berlawanan arah dan berpasangan. Pertumbuhan daun berpasangan pada cabang berada dalam satu bidang, tetapi daun pada batang dan Wiwilan tumbuh pada bidang yang berpotongan. Daun kopi menjadi lebar, tipis dan lembek jika intensitas cahaya terlalu rendah. Daunnya dapat digunakan sebagai pengontrol naungan



Gambar II 2, Daun Kopi

4. Bunga dan Buah Kopi

Bunga kopi terbentuk pada ketiak daun dari cabang yang terdiri dari 4 atau 5 tandan. Pada setiap ketiak daun terdapat 12 atau 25 bunga. Dalam keadaan optimal, jumlah bunga dapat mencapai 6000-8000 bunga dalam satu pohon. Bunga yang dapat berkembang hingga menjadi buah masak hanya berkisar antara 30% - 50%. Umumnya tanaman kopi berbunga pada umur 3 tahun dan berbuah umur 4 tahun. Penyerbukan pada tanaman kopi umumnya dibawa oleh angin.

Dinding buah (pericarp) terdiri atas :

- a. Kulit buah (exocarp), dengan tekstur liat dan berwarna merah setelah masak/ rodeschil.
- b. Daging buah (mesocarp), dengan tekstur berair dan agak manis
- c. Kulit tanduk (endocarp), terdiri dari 5-6 sel-sel sclereid sehingga bertekstur keras. Masing-masing biji dibungkus oleh kulit air yang tipis



Gambar II 3. Biji Kopi

Potensi kulit buah kopi sebagai bahan pangan yang kaya akan antioksidan masih terabaikan (Suloi, dkk., 2019). Antioksidan yang terkandung dalam kulit kopi, yaitu polifenol berupa antosianin, tanin, flavonol, flavan 3-ol, asam hidraksinat, dan kafrin (Esquivel & Jimenes 2012 dikutip oleh Suloi, dkk., 2019). Kulit buah kopi memiliki beberapa kandungan lainnya, antara lain (Nafisah, dkk., 2018):

Tabel II 4. Kandungan Kulit Buah Kopi

No	Kandungan	Persentase (%)	Kandungan
1	Protein Kasar	6,11%	
2	Serat Kasar	18,69%	
3	Tanin	2,47%	
4	Kafein	1,36%	
5	Lignin	52,59%	
6	Lemak	1,07%	
7	Abu	9,45%	
8	Kalsium	0,23%	
9	Fosfor	0,02%	

(Sumber: Nafisah, dkk., 2018)

2.5. Uji Organoleptik

Menurut Winarno (1997) pengujian organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses pengindraan. Pengindraan diartikan sebagai suatu proses fisio-psikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut. Pengindraan dapat juga berarti reaksi mental (sensation) jika alat indra mendapat rangsangan (stimulus). Reaksi atau kesan yang ditimbulkan karena adanya rangsangan dapat berupa sikap untuk mendekati atau menjauhi, menyukai atau tidak menyukai akan benda penyebab rangsangan. Kesadaran, kesan dan sikap terhadap rangsangan adalah reaksi psikologis atau reaksi subyektif. Penentuan produk pangan pada umumnya sangat ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

a) Warna

Warna merupakan kesan pertama yang ditangkap panelis sebelum mengenali rangsangan-rangsangan yang lain. Warna sangat penting bagi setiap makanan sehingga warna yang menarik akan mempengaruhi panelis (De Man, 1997).

b) Cita Rasa

Citarasa merupakan faktor yang penting untuk memutuskan bagi panelis untuk menerima atau menolak suatu produk makanan dan minuman. Meskipun parameter lain nilainya baik, jika rasa tidak enak atau tidak disukai, maka produk akan ditolak atau tidak diterima (Winarno, 1997).

c) Aroma

Aroma yang dihasilkan dari bahan makanan yang banyak menentukan kelezatan makanan tersebut, industri makanan menganggap sangat penting melakukan uji aroma karena dengan cepat dapat memberikan hasil penilaian produknya disukai atau tidak disukai (Soekarto, 1990).

2.6. Daya Oles

Daya oles merupakan sifat reologi suatu bahan semi-padat yang mencerminkan kemampuan bahan untuk menyebar di permukaan tanpa mengalami pemisahan fase atau kehilangan struktur. Daya oles sangat penting dalam produk pangan seperti selai, margarin, dan pasta, karena mempengaruhi kenyamanan penggunaan serta persepsi sensoris konsumen (Soekarto, 1990). Daya oles

dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti viskositas, komposisi bahan, kadar air, dan kandungan lemak atau serat dalam produk (DeMan, 1997).

Pengujian daya oles bertujuan untuk menentukan sejauh mana suatu pasta dapat tersebar secara merata pada permukaan yang diinginkan tanpa kehilangan kestabilannya. Beberapa tujuan utama dari pengujian daya oles meliputi:

1. Menentukan tekstur dan kekenyalan produk yang sesuai dengan preferensi konsumen (Winarmo, 1997).
2. Mengevaluasi kestabilan formulasi produk terhadap perubahan fisik selama penyimpanan dan penggunaan.
3. Menyesuaikan formulasi bahan tambahan seperti CMC atau hidrokoloid untuk mencapai daya oles yang optimal (Soekarto, 1990).
4. Mengoptimalkan viskositas dan kadar air agar pasta memiliki kemampuan menyebar yang baik tanpa menjadi terlalu encer atau terlalu kental.

2.7. Proses Pembentukan Gel Pada Pasta

Menurut Dranca & Oroian (2018), pembentukan gel pada produk pangan seperti pasta dan selai dengan menggunakan CMC melibatkan interaksi fisik antara CMC, gula, dan air yang membentuk jaringan koloid stabil tanpa memerlukan kondisi asam khusus. Berikut adalah tahapan proses pembentukan gel tersebut:

1. Pencampuran dan Dispersi Awal
CMC ditambahkan ke dalam campuran bahan (misalnya, air, gula, dan bahan dasar seperti kopi atau buah) dan didispersikan secara merata. CMC bersifat hidrofilik dan menyerap air, mulai membentuk larutan kental. Pengadukan yang baik diperlukan agar CMC tidak menggumpal.
2. Hidrasi dan Pembentukan Jaringan Viskosa
Setelah tercampur, CMC mulai mengalami hidrasi penuh, yaitu menyerap molekul air dan membentuk ikatan fisik antar rantai polimer. Ini menciptakan viskositas tinggi dalam sistem, yang merupakan tahap awal pembentukan gel.
3. Pengentalan dan Stabilisasi Tekstur
Seiring waktu dan kenaikan suhu moderat (jika dipanaskan), CMC membentuk jaringan koloid yang menahan air dan partikel bahan. Ini

menghasilkan konsistensi yang lebih kental dan stabil, bahkan tanpa adanya reaksi kimia. Tekstur akhir sangat dipengaruhi oleh konsentrasi CMC dan suhu proses.

4. Pendinginan dan Penetapan Gel

Setelah pemrosesan selesai, campuran didinginkan. Selama pendinginan, struktur koloid dari CMC menjadi lebih stabil. Gel yang terbentuk memiliki daya oles baik dan tahan terhadap sineresis (pelepasan cairan), menjadikan produk lebih awet dan berkualitas dari sisi tekstur.

2.8.Design Expert

Software yang dapat digunakan penentuan formulasi secara optimal salah satunya yaitu *Design Expert*. *Design Expert* digunakan untuk optimal proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut. *Design Expert* merupakan sebuah program yang digunakan untuk optimasi produk atau proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut. (Bass dan Boyaci, 2007)

Menurut Ali (2017), teknik desain campuran (*Mixture Design Techniques*) dalam program *Design Expert* digunakan untuk menentukan formulasi yang optimal. Dalam percobaan *Mixture Design*, faktor-faktor independen memiliki proporsi komponen yang berbeda dari suatu campuran. Metode *D-Optimal* dalam *Mixture Design* digunakan dalam konsentrasi variabel berubah yang berbeda. Metode *D-Optimal* merupakan merupakan pilihan desain dari mixture yang bersifat fleksibel.

Program *Design Expert* memberi saran solusi formula optimum dengan nilai desirability yang berkisar antara 0-1. Semakin tinggi nilai *desirability* menunjukkan semakin tingginya kesesuaian formula yang diperoleh. Formula optimum dipilih berdasarkan nilai *desirability* tertinggi dan dilanjutkan ke tahapan verifikasi formula terpilih (Ali, 2017).

Kelebihan dari *Design Expert* metode *D-Optimal* yaitu memiliki ketelitian secara numerik 0,001 dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimasi. Program ini akan memberikan saran berdasarkan nilai F dan R₂ terbaik

dari data respon yang telah diukur dan dimasukkan ke rancangan, penentuan formulasi optimal berdasarkan respon kemudian saat optimasi akan muncul formulasi solusi yang telah dirangkum oleh program berdasarkan kesimpulan hasil respon, dugaan formulasi ditentukan oleh program. Program ini menyediakan fitur yang lengkap seperti anava, *fit summary*, evaluasi model, dan lainnya sehingga tidak memakan waktu yang lama dalam mengolah data (Zulkarnain, 2019).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Alat dan Bahan, (2) Metode Penelitian, (3) Prosedur Penelitian, dan (4) Jadwal Penelitian.

3.1. Alat dan Bahan

3.1.1 Alat-alat

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan produk pasta kopi adalah sebagai berikut: pisau, talenan, panci stainless steel, sendok, blender merk Phillips, mangkuk, kompor gas, pengadukan, gelas ukur, cup plastik, label, nampan, timbangan digital.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis pada penelitian ini adalah kaca 20x20x2 cm, kertas tahan panas, penggaris,

3.1.2 Bahan-Bahan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian adalah biji kopi robusta yang telah diroasting dengan level medium to dark yang diperoleh dari PT. Malabar Indonesia, CMC yang didapatkan dari toko raja kimia, gula aren cair dengan merk eleven dan tepung mocaf merk mocafine yang didapatkan dari Tokopedia.

3.2. Metode Penelitian

3.2.1 Pembuatan Filtrat Ekstrak Kopi Robusta

Penelitian diawali dengan melakukan pembuatan filtrat ekstrak kopi robusta. Pembuatan ekstrak kopi robusta menggunakan metode V60, yaitu metode penyeduhan manual (manual brewing) dengan menggunakan alat pour over berbentuk kerucut (cone) yang dilengkapi filter kertas. Prinsip metode ini adalah menuangkan air panas secara perlahan dan merata di atas bubuk kopi sehingga air dapat mengekstraksi senyawa larut dari kopi melalui proses penyaringan gravitasi. Pada umumnya, suhu air yang digunakan berkisar antara 90–95 °C untuk memperoleh ekstraksi optimal tanpa menimbulkan rasa pahit berlebih. Teknik penyeduhan dilakukan dengan menuang air panas secara spiral dari tengah ke arah luar, kemudian kembali ke tengah, agar seluruh bubuk kopi terekstraksi secara merata. Pada penelitian ini digunakan perbandingan antara kopi bubuk robusta dan air sebesar 1:15. Dalam proses ini, satu bagian air sebanyak 15 mL digunakan pada tahap pra-pouring, dengan penggunaan kopi bubuk robusta sebanyak 15gram dan

air sebanyak 225 mL. Pembuatan ekstrak kopi dilakukan untuk memperoleh ekstrak kopi yang akan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan pasta kopi pada penelitian Tahap II.

3.2.2 Penentuan Variabel dan Respon

Prosedur yang dilakukan yaitu :

1. Penentuan komponen yang ditetapkan sebagai variabel tetap dan berubah
Bahan-bahan yang akan digunakan yaitu CMC, gula aren dan tepung mocaf sebagai variabel berubah, sedangkan ekstrak kopi robusta, dan air sebagai variabel tetap.
2. Penetapan batas atas dan batas bawah pada setiap variabel berubah
Penetapan batas bawah atau batasan nilai minimum (*low*) dan batas atas atau batasan nilai maksimum (*high*) pada tiap komponen didasarkan pada hasil *trial* dan kerangka pemikiran yang ada pada Bab 1. Besaran nilai yang batasan dapat dilihat pada tabel III.1 dan III.2.

Tabel III 1. Variabel Tetap Pasta Kopi Robusta

Variabel Tetap	Presentase (%)
Ekstrak Kopi Robusta	65,0
Air	8,00
Total	73,00
Variabel Berubah	27,00
Total Keseluruhan	100,00

Tabel III 2. Variabel Berubah Pasta Kopi Robusta

Variabel Berubah	Batas Bawah (<i>Low</i>)	Batas Atas (<i>High</i>)
CMC	1,00	2,00
Gula Aren	20,0	25,0
Tepung Mocaf	1,00	5,00

Penentuan formulasi pada variabel berubah ditetapkan berdasarkan kajian literatur dan penelitian sebelumnya. Konsentrasi CMC ditetapkan pada rentang 1,0–2,0% mengacu pada penelitian Nathania (2018), Handoyo (2018), dan Sugianto (2018) yang menunjukkan efektivitas CMC dalam meningkatkan stabilitas gel dan daya oles pada produk selai berbasis kopi dan labu. Rentang gula aren 20,0–25,0% ditentukan dengan mengacu pada penelitian Anis (2023) yang

menunjukkan bahwa gula aren dapat berperan sebagai pemanis alami dengan kualitas sensoris baik serta viskositas yang stabil. Sementara itu, rentang penggunaan tepung mocaf 1,0–5,0% ditetapkan berdasarkan penelitian Siregar et al. (2022) yang membuktikan peran mocaf sebagai bahan pengisi dan pengental alami yang mendukung tekstur, viskositas, serta mutu organoleptik produk selai dan pasta kopi.

3. Penentuan respon yang diamati

Respon yang ditentukan dalam penelitian ini meliputi respon fisik seperti daya oles; dan respon mutu hedonik terhadap atribut warna, rasa, aroma, dan tekstur.

3.2.3 Penentuan Formulasi dengan Design Expert Metode D-Optimal

Memasukkan data yang sudah ditetapkan ke dalam *Design-Expert 13* dengan tujuan mendapatkan sejumlah *Runs* dengan formulasinya

Optimal (Custom) Design

A flexible design structure to accommodate custom models, categoric factors, and irregular (constrained) regions. Runs are determined by a selection criterion chosen during the build.

Mixture components: 3 (2 to 24) Total: 27 Units: ☒ Horizontal ☐ Vertical

	Name	Low	High
A [Mixture]	CMC	1	2
B [Mixture]	Gula Aren	20	25
C [Mixture]	Tepung Mocaf	1	5

[Edit constraints...](#)

Gambar III 1. Memasukkan Data Variabel kedalam *Design Expert 13*

Optimal (Custom) Design

Search: Both Exchanges Optimality: D

[Edit model...](#) Quadratic [Edit candidate points...](#) [Options...](#) Scheffe

Blocks: 1 (1 to 1000)

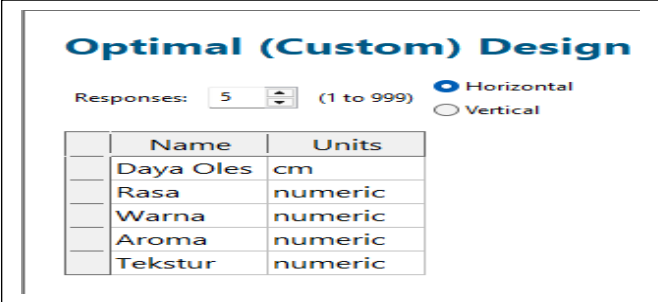
Runs

Required model points: 6
 Additional model points: 0
 Lack-of-fit points: 5
 Replicate points: 3
 Additional center points: 0
 Total runs: 14

Both Exchanges will try both **Point Exchange** and **Coordinate Exchange** searches of the design space. This could result in some unusual combinations of factors. If you require certain candidates or combinations of factors, switch to **Point Exchange**.

D-optimality produces a design that best estimates the effects of the factors, which is particularly suited for screening studies. The algorithm picks points that minimize the volume of the confidence ellipsoid for the coefficients (i.e. it minimizes the determinant of the XX' inverse matrix).

Gambar III 2. Pengaturan Jenis Optimalitas, Model dan *Runs*



Optimal (Custom) Design

Responses: 5 (1 to 999) ☒ Horizontal ☐ Vertical

	Name	Units
	Daya Oles	cm
	Rasa	numeric
	Warna	numeric
	Aroma	numeric
	Tekstur	numeric

Gambar III 3. Penentuan Respon kedalam *Design Expert 13*

Run	Component 1 A:CMC	Component 2 B:Gula Aren	Component 3 C:Tepung Mocaf
1	1.96	23.29	1.76
2	1.00	23.56	2.44
3	1.25	24.75	1.00
4	2.00	20.98	4.02
5	2.00	24.00	1.00
6	1.55	22.14	3.30
7	1.00	21.00	5.00
8	1.00	23.56	2.44
9	1.27	24.05	1.67
10	2.00	20.00	5.00
11	1.00	21.82	4.18
12	2.00	20.00	5.00
13	1.93	22.57	2.50
14	1.00	21.00	5.00

Gambar III 4. Formulasi (*Runs*) yang dihasilkan

3.2.4 Pembuatan Pasta Kopi dan Pengujian Respon

Tahap ini bertujuan untuk melakukan eksperimen sebagai berikut:

1. Pembuatan produk berdasarkan 14 formulasi hasil *Design Expert 13*
2. Pembuatan Produk

Prosedur pembuatan produk pasta kopi robusta dilakukan secara berurutan sesuai dengan urutan *run* atau formulasi yang telah dihasilkan. Berikut adalah tahapan pembuatan ekstraksi kopi robusta dan pasta kopi robusta.

Pembuatan ekstraksi kopi robusta dengan tahapan sebagai berikut:

1. Penggilingan

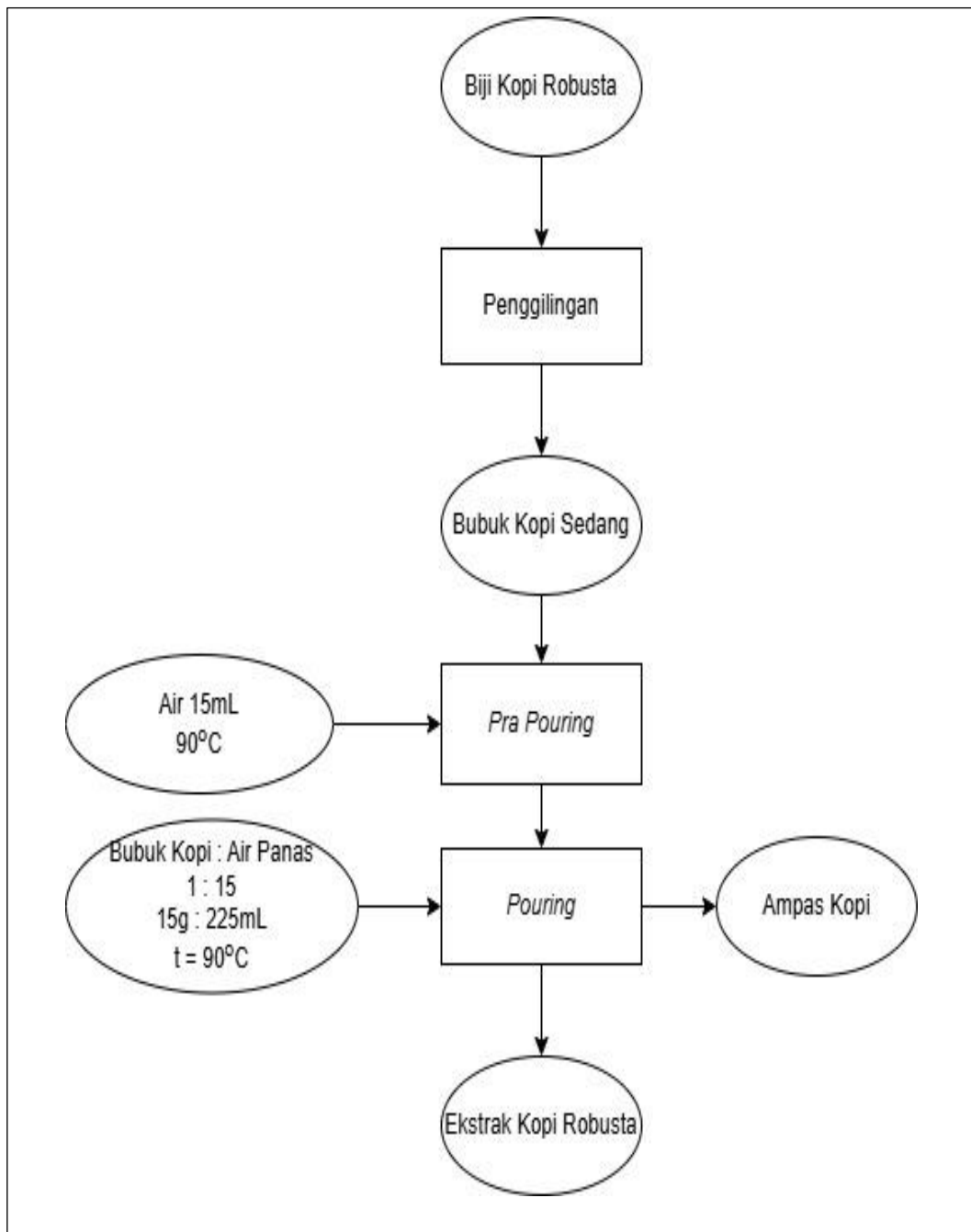
Biji kopi robusta yang telah *diroasting* akan dilakukan penggilingan menggunakan *grinder* kopi.

2. Pra – *Pouring*

Kertas saring ditempatkan ke dalam *dripper*, lalu *pouring* sebanyak 2 kali menggunakan air sebanyak 15mL agar hasil seduhan kopi tidak terpengaruh dengan rasa kertas saring.

3. *Pouring*

Kopi yang telah halus dimasukan ke dalam *dripper* yang sudah dibalut kertas saring. Air panas dengan suhu 90°C dituangkan kedalam *dripper* yang sudah terbalut kertas saring. Proses *pouring* dilakukan sebanyak 4 kali. Perbandingan antara kopi dan air panas yaitu 1:15, pada penelitian ini rasio yang digunakan yaitu 15gram bubuk kopi dan 225gram air.



Gambar III 5. Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Kopi Robusta

Pembuatan pasta kopi robusta dengan tahapan sebagai berikut :

1. Penimbangan

Bahan – bahan pada pembuatan produk pasta kopi robusta dilakukan penimbangan sesuai dengan formulasi yang telah diperoleh dari *design expert 13*

2. Pencampuran I

Dilakukan penambahan CMC dan tepung mocaf sesuai dengan formulasi yang telah diperoleh dari *design expert 13*. Untuk CMC dilakukan pelarutan menggunakan air sebanyak 2,5% dari formulasi. Sedangkan tepung mocaf dilakukan pelarutan menggunakan air sebanyak 5% dari formulasi.

3. Pencampuran II

Dilakukan penambahan gula aren sesuai dengan formulasi yang telah diperoleh dari *design expert 13*.

4. Pemasakan

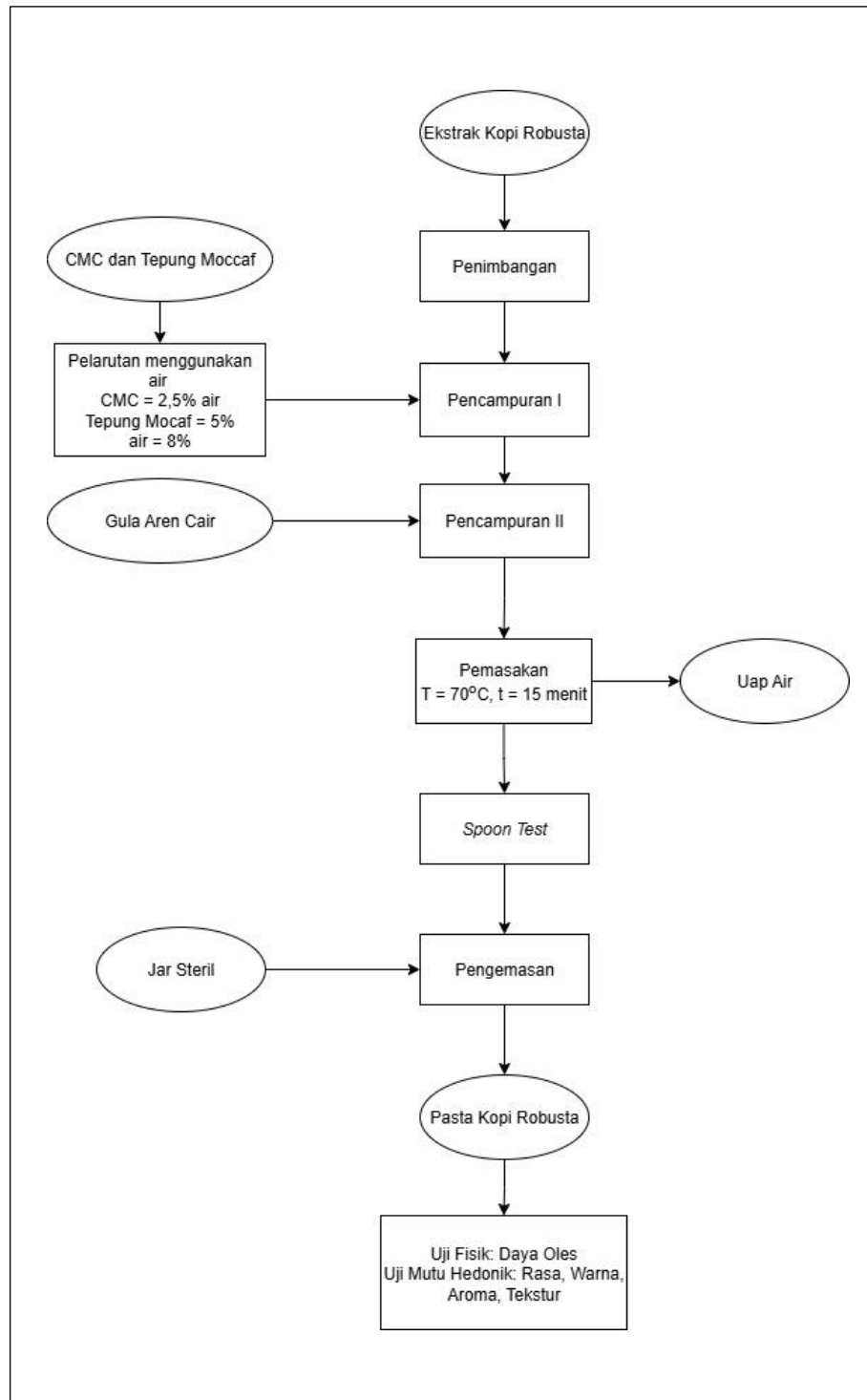
Proses pemasakan selama 15 menit dengan suhu 70°C. Selama proses pemasakan dilakukan pengadukan secara kontinu, pengadukan tidak boleh terlalu cepat karena akan mengakibatkan gelembung yang dapat merusak tekstur pasta.

5. *Spoon Test*

Dilakukan *Spoon Test* yang bertujuan untuk melihat terbentuknya pasta kopi robusta.

6. Pengemasan

Pasta dikemas menggunakan jar steril.



Gambar III 6. Diagram Alir Pembuatan Pasta Kopi Robusta

3.2.5 Penentuan dan Pengujian Formulasi yang Optimal

Tahap ini bertujuan untuk melakukan penentuan formulasi yang optimal. Pada tahap ini dilakukan proses penentuan *goal* pada faktor atau respon seperti “*maximized*”, “*minimized*”, “*target →*”, “*in range*”, atau “*equal to→*” yang bergantung pada tujuan akhir yaitu produk yang diinginkan (StatEase, 2021). Tahapannya adalah sebagai berikut:

1. Tentukan *goal* pada komponen bahan

Dalam penelitian ini, sasarannya adalah “*in range*” untuk ketiga bahan yang digunakan sebagai variabel berubah, yang menunjukkan bahwa komponen bahan berada dalam kisaran batas yang ditentukan. Prosedur ini dilakukan di tab *Criteria* opsi *Optimization: Numerical*.

2. Tentukan *goal* pada respon

Dari keenam respon, *goal* yang ditentukan adalah “*maximized*” untuk daya oles dan uji mutu hedonik (rasa, warna, aroma, tekstur)

3. Tentukan parameter *importance level*

Parameter *importance level* digunakan dalam penelitian ini untuk menyempurnakan proses optimasi dengan mengurutkan pentingnya respon dengan *goal maximized* yaitu daya oles dan respon mutu hedonik (warna, aroma, rasa, dan tekstur). Level yang dapat ditentukan berkisar dari 5 plus sebagai yang paling penting hingga 1 plus sebagai yang paling tidak penting. Penentuan parameter *importance level* akan disesuaikan dengan hasil pengujian. Tingkat kepentingan *importance level* disusun berdasarkan table III.3.

Tabel III 3. Tingkat Kepentingan (*Importance Grade*)

No.	Tanda	Tingkat Kepentingan
1	+	Tidak Penting
2	++	Biasa
3	+++	Cukup Penting
4	++++	Penting
5	+++++	Sangat Penting

4. Pengolahan data

Pengolahan data akan dilakukan oleh *Design-Expert 13* yang hasilnya akan ditampilkan pada *tab fit summary, model, ANOVA, diagnostics*, dan *model graphs*. Tahapannya adalah sebagai berikut:

atau sama dengan 0,05; sedangkan dianggap tidak signifikan jika nilai "*Prob > F*" hasil analisis lebih dari atau melebihi 0,05. Hasil respon yang dihasilkan harus memiliki signifikansi model yang signifikan (*significant*) dengan *lack of fit* (kekurangan) yang harus tidak signifikan (*not significant*) dalam kriteria model yang valid. Lebih lanjut, perbandingan antara nilai *Adjusted R²* dan *Predicted R²* dengan selisih di antara keduanya harus $< 0,2$ dan nilai *Adequate Precision* yang mengukur rasio sinyal terhadap *noise*, harus > 4 seperti yang ditunjukkan pada *Sub-Tab Fit Statistics*. Semua kriteria ini diperlukan untuk melihat validitas model matematik aktual yang diperoleh dan informasi tentang koefisien yang diestimasi dapat ditemukan di *sub tab Coefficients* (StatEase, 2021).

6. Melihat data pada *tab Diagnostics*

Design-Expert 13 menampilkan informasi tentang diagnosa properti statistik model pada *tab diagnostics* dengan plot probabilitas normal dari residual yang muncul di panel pertama secara *default*. Tahap ini menentukan apakah respon benar-benar mendekati garis *fitting model* atau tidak. Titik data yang baik harus berbentuk kira-kira linier. Pola non-linier, seperti kurva berbentuk S, menunjukkan kesalahan yang dapat diperbaiki melalui transformasi (StatEase, 2021).

7. Melihat data pada *tab Model Graphs*

Design-Expert 13 menampilkan model grafis hasil respon pada *tab model graphs*, menggunakan plot kontur 2D sebagai *default* dengan warna bertingkat. *Design-Expert 13* menampilkan titik-titik actual dalam desain pada model grafik. Peneliti dapat melihat plot respon yang dipilih sebagai fungsi dari total komponen campuran menggunakan opsi ini. Selain kontur 2D, model grafik dapat ditampilkan dalam bentuk *Trace Plot*, *Two Component*, *Real Contour*, *Pred vs. Actual*, dan *3D Surface* (StatEase, 2021)

8. Optimasi

Selanjutnya, perangkat lunak *Design Expert 13* mengevaluasi semua factor respon berdasarkan kriteria yang ditetapkan dan menawarkan beberapa solusi formula, termasuk formula yang terpilih. *Desirability* mengacu pada nilai target optimasi yang dicapai. *Desirability* berkisar antara 0 hingga 1,0. Kegiatan optimasi adalah kegiatan yang bertujuan untuk memaksimalkan nilai *desirability*. Namun, tujuan dari optimasi bukan untuk mencari atau mendapatkan nilai *desirability*

sebesar 1,0, tetapi untuk mendapatkan kondisi ideal dengan menggabungkan semua fungsi tujuan untuk mendapatkan formulasi yang optimal.

3.2.6. Verifikasi

Tahap ini bertujuan untuk memverifikasi formula terpilih yang dihasilkan oleh *Design-Expert 13* setelah dilakukannya tahapan-tahapan di atas. Prosedur pelaksanaan verifikasi yaitu adalah sebagai berikut:

1. Membuat produk berdasarkan formula terpilih

Setelah *Design-Expert 13* menyarankan/merekomendasikan satu formulasi terpilih, lanjutkan untuk membuat produk berdasarkan formulasi tersebut.

2. Pengujian Respon

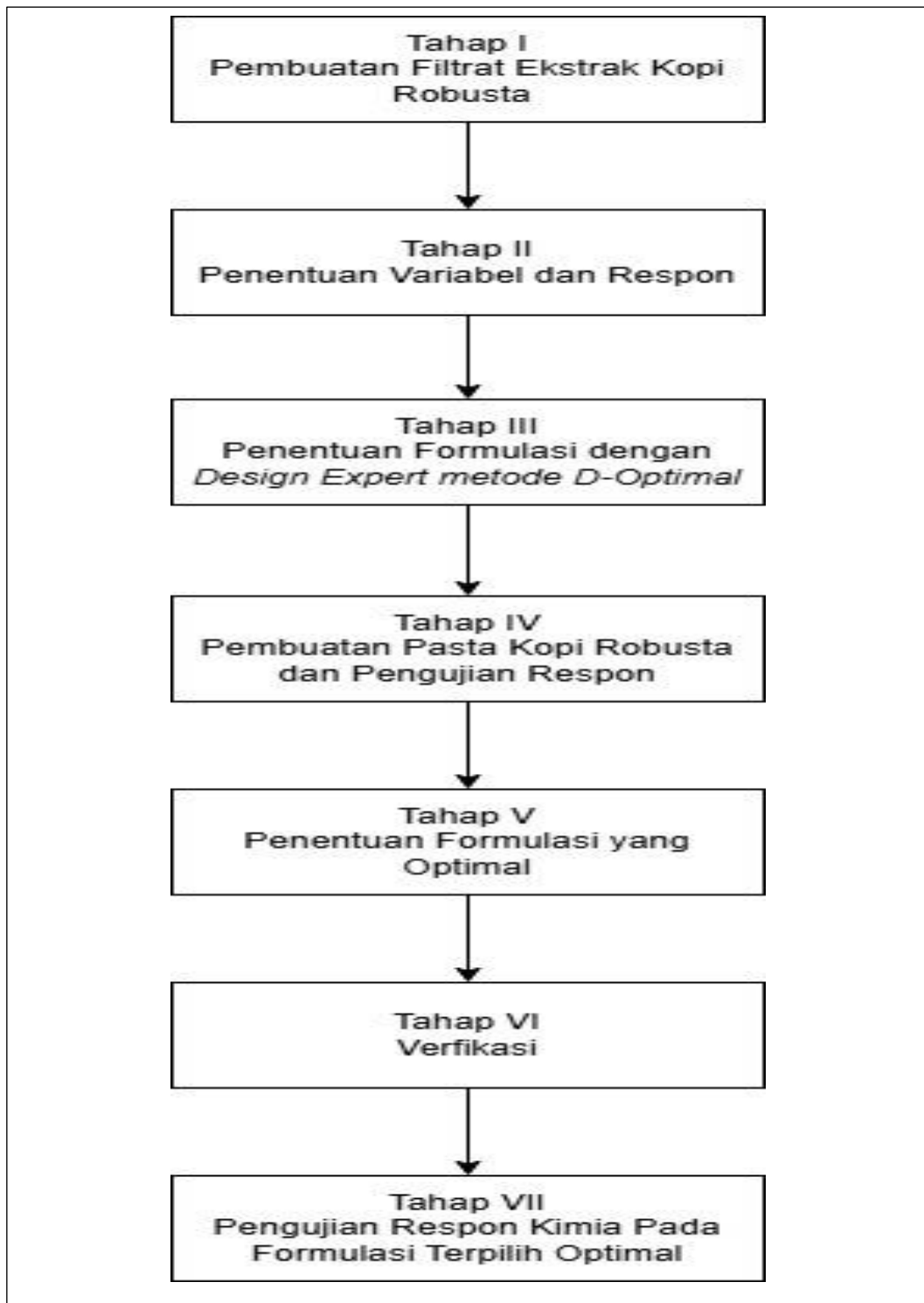
Setelah produk sudah dibuat kemudian dilakukan uji respon terhadap fisik dan uji mutu hedonic yang sama seperti yang dilakukan pada tahap pelaksanaan eksperimen.

3. Verifikasi Formula Optimal

Hal ini dilakukan dengan membandingkan nilai aktual dari hasil proses verifikasi dengan nilai prediksi oleh *Design-Expert 13*. Tujuan dari tahap ini yaitu untuk menentukan kualitas produk pasta kopi yang dihasilkan, apakah sama atau mendekati nilai ideal yang diharapkan oleh *Design-Expert 13*.

4. Pengujian Respon Kimia Pada Formula Optimal

Setelah dilakukan verifikasi pada formula optimal, dilakukan uji respon kimia pada formulasi terpilih dengan mencakup pengujian respon kimia yang diantaranya adalah.



Gambar III 8. Diagram Alir Penelitian *Design Expert Metode Mixture D-Optimal*

3.3. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan							
		Jan2025	Feb 2025	Mar 2025	Apr 2025	Mei 2025	Juni 2025	Juli 2025	Agus 2025
1	Penyusunan Proposal Penelitian								
2	Pengajuan Proposal Penelitian								
3	Seminar Usulan Penelitian								
4	Pelaksanaan Penelitian								
5	Pengolahan Data								
6	Sidang Tugas Akhir								

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai: (1) Tahap I dan (2) Tahap II

4.1. Tahap I

Penelitian diawali dengan melakukan pembuatan filtrat ekstrak kopi robusta. Pembuatan ekstrak kopi robusta menggunakan metode V60, yaitu metode penyeduhan manual (*manual brewing*) dengan menggunakan alat *pour over* berbentuk kerucut (*cone*) yang dilengkapi filter kertas. Prinsip metode ini adalah menuangkan air panas secara perlahan dan merata di atas bubuk kopi sehingga air dapat mengekstraksi senyawa larut dari kopi melalui proses penyaringan gravitasi. Pada umumnya, suhu air yang digunakan berkisar antara 90–95 °C untuk memperoleh ekstraksi optimal tanpa menimbulkan rasa pahit berlebih. Teknik penyeduhan dilakukan dengan menuang air panas secara spiral dari tengah ke arah luar, kemudian kembali ke tengah, agar seluruh bubuk kopi terekstraksi secara merata. Pada penelitian ini digunakan perbandingan antara kopi bubuk robusta dan air sebesar 1:15. Dalam proses ini, satu bagian air sebanyak 15 mL digunakan pada tahap *pra-pouring*, dengan penggunaan kopi bubuk robusta sebanyak 15gram dan air sebanyak 225 mL. Pembuatan ekstrak kopi dilakukan untuk memperoleh ekstrak kopi yang akan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan pasta kopi pada penelitian Tahap II.

4.2. Tahap II

4.2.1 Hasil Analisis Respon Fisik

4.2.1.1 Daya Oles

Daya oles pada selai atau pasta mengacu pada kemampuan produk tersebut untuk dioleskan secara merata pada permukaan roti atau bahan pangan lainnya. Parameter ini mencerminkan konsistensi dan tekstur produk, yang memengaruhi kenyamanan dan kemudahan saat digunakan (Dwiloka, 2024).

Menurut penelitian oleh Dwiloka et al. (2024), daya oles adalah salah satu uji fisik yang bertujuan untuk mengukur konsistensi dan tekstur selai pada saat dioleskan pada roti. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan

karagenan dapat meningkatkan daya oles selai bit, menjadikannya lebih mudah dioleskan dan memiliki tekstur yang lebih baik.

Selain itu, dalam penelitian oleh Dewi et al. (2010), daya oles selai kacang tanah erat kaitannya dengan tekstur dan viskositasnya. Selai dengan daya oles yang baik dapat dioleskan dengan mudah pada roti, menunjukkan pentingnya parameter ini dalam menentukan kualitas produk.

Daya oles pada selai dapat dipengaruhi oleh penambahan bahan-bahan seperti gula aren, CMC, dan tepung mocaf. Penambahan gula aren memberikan rasa manis yang khas, sedangkan CMC berfungsi sebagai pengental yang dapat meningkatkan viskositas, mempermudah pengolesan, dan memberikan tekstur yang lebih baik. Tepung mocaf berkontribusi pada konsistensi dan kekentalan produk, sehingga selai menjadi lebih mudah dioleskan pada roti atau makanan lainnya.

Hasil analisis daya oles dapat dilihat pada tabel IV.1 berikut.

Tabel IV 1. Hasil Analisis Daya Oles

Run	CMC	Gula Aren	Tepung Mocaf	Daya Oles (cm)
1	1.96	23.29	1.76	7,07
2	1.00	23.56	2.44	4,3
3	1.25	24.75	1.00	4,26
4	2.00	20.98	4.02	7,98
5	2.00	24.00	1.00	7,15
6	1.55	22.14	3.30	7,05
7	1.00	21.00	5.00	4,31
8	1.00	23.56	2.44	4,3
9	1.27	24.05	1.67	4,28
10	2.00	20.00	5.00	4,84
11	1.00	21.82	4.18	4,4
12	2.00	20.00	5.00	4,84
13	1.93	22.57	2.50	7,32
14	1.00	21.00	5.00	4,84

Berdasarkan tabel IV.1, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon fisik terhadap analisis daya oles pada 14 perlakuan formulasi pasta kopi robusta yaitu berkisar antara 4,26-7,98%. Daya oles terendah ditunjukkan oleh Run 3 sedangkan daya oles tertinggi ditunjukkan oleh Run 4. Nilai rata-rata untuk daya oles yaitu sebesar 5,50% dengan standar deviasi sebesar 0,2067.

Hasil pengujian daya oles dari setiap kombinasi perlakuan diolah dan dianalisis menggunakan *software Design Expert 13* menggunakan model *Mixture D-Optimal*. Model *polynomial* yang direkomendasikan untuk analisis respons fisik daya oles adalah Cubic. Berikut ini merupakan tabel ANOVA dari hasil pengujian yang dianalisis *software*:

Tabel IV 2. ANOVA Mixture D-Optimal Respon Analisis Daya Oles

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-value</i>	<i>P-value</i>	
Model	26,72	9	2,97	69,46	0,0005	<i>significant</i>
(1) Linear Mixture	14,76	2	7,38	172,64	0,0001	
AB	0,3600	1	0,3600	8,42	0,0440	
AC	0,3953	1	0,3953	9,25	0,0384	
BC	0,0969	1	0,0969	2,27	0,2067	
ABC	0,3961	1	0,3961	9,27	0,0382	
AB(A-B)	0,3044	1	0,3044	7,12	0,0559	
AC(A-C)	0,4491	1	0,4491	10,51	0,0316	
BC(B-C)	0,4813	1	0,4813	11,26	0,0284	
Residual	0,1710	4	0,0427			
<i>Lack of Fit</i>	0,0305	1	0,0305	0,6517	0,4786	<i>not significant</i>
<i>Pure Error</i>	0,1405	3	0,0468			
Cor Total	26,89	13				

Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa taraf 5% didapatkan p-value sebesar 0,0005 dengan model yang direkomendasikan yaitu model cubic. Menurut Sirait (2021) penetapan model signifikan dapat dilihat dari nilai p-value $< 0,05$ dan nilai *lack of fit* ($p > 0,05$). Hasil p-value sebesar 0,0005 dinyatakan signifikan serta menunjukkan bahwa kombinasi formulasi CMC, gula aren, dan tepung mocaf memberikan pengaruh terhadap daya oles pada pasta kopi.

Nilai *lack of fit* menjadi nilai yang digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu model untuk memprediksi hubungan antara variabel bebas dan respons (Damire et al., 2022). *Lack of fit* merupakan penyimpangan atau ke tidak tepatan terhadap model (Rahmawaty dan Sutanto, tanpa tahun). Nilai *lack of fit* yang dihasilkan lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,4786 sehingga dinyatakan *lack of fit not significant*. Nilai *lack of fit not significant* adalah syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara hasil analisis daya oles dengan model.

Tabel IV 3. Fit Statistics Respons Daya Oles

Std. Dev	0,2067		R²	0,9936
Mean	5,50		Adjusted R²	0,9793
C.V. %	3,76		Predicted R²	-1,1200
			Adeq Precision	21,2001

Adanya *Fit statistics* digunakan untuk mengetahui banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model tersebut dengan melihat R² apakah semakin mendekati 1 serta untuk mengetahui apakah terdapat komponen yang tidak signifikan pada model tersebut dengan melihat selisih antara *Adjusted R²* dan *Predicted R²* apakah kurang dari 0,2. Pada respons daya oles untuk nilai R² didapatkan sebesar 0,9936 banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model. Selisih antara nilai *Adjusted R²* dan *Predicted R²* yang didapatkan yaitu sebesar 2,0993, sehingga dapat disimpulkan jika tidak semua komponen signifikan pada model cubic tersebut. Nilai *Adeq precision* didapatkan sebesar 21,2001 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* lebih dari 4 mengindikasikan sinyal yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space* dan model yang digunakan.

Persamaan regresi *cubic* digunakan untuk mendapatkan variabel yang optimum respons daya oles pada pasta kopi robusta. Koefisien dari model *cubic* sebagai berikut:

Tabel IV 4. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Daya Oles

<i>Factor</i>	<i>Coefficient Estimate</i>	<i>df</i>	<i>Standard Error</i>	<i>95% CI Low</i>	<i>95% CI High</i>	<i>VIF</i>
A-CMC	2618,41	1	877,84	181,12	5055,69	4,489E+06
B-Gula Aren	6,92	1	0,7831	4,74	9,09	62,34
C-Tepung Mocaf	4,07	1	0,8608	1,68	6,46	66,53
AB	-4176,94	1	1439,22	-8172,85	-181,03	2836E+06
AC	-4520,40	1	1486,44	-8647,41	-393,39	3,743E+06
BC	-5,29	1	3,52	-15,06	4,47	83,18
ABC	3736,12	1	1227,23	328,78	7143,46	79739,75
AB(A-B)	-1523,78	1	571,00	-3109,14	61,57	1,281E+05
AC (A-C)	-2095,55	1	646,46	-3890,40	-300,69	2,070E+05
BC (B-C)	-8,20	1	2,44	-14,98	-1,42	6,83

Persamaan model regresi *cubic* pada tabel ini merupakan persamaan model matematika untuk analisis respons daya oles, persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y = 2618,41A + 6,92B + 4,07C - 4176,94AB - 4520,40AC - 5,29BC \\ - 1523,78AB(A-B) - 2095,55AC(A-C) - 8,20BC(B-C)$$

Keterangan:

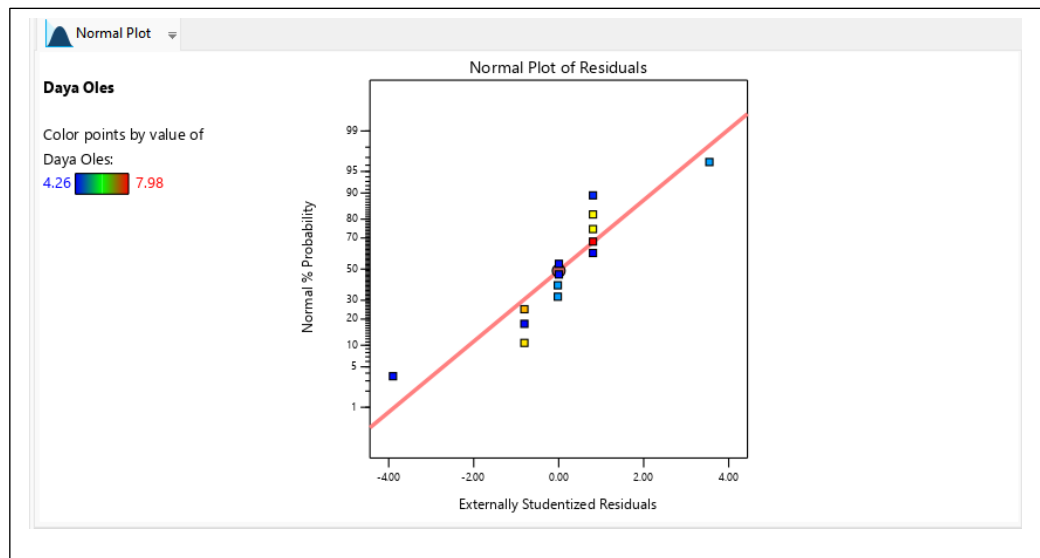
A = CMC

B = Gula Aren

C = Tepung Mocaf

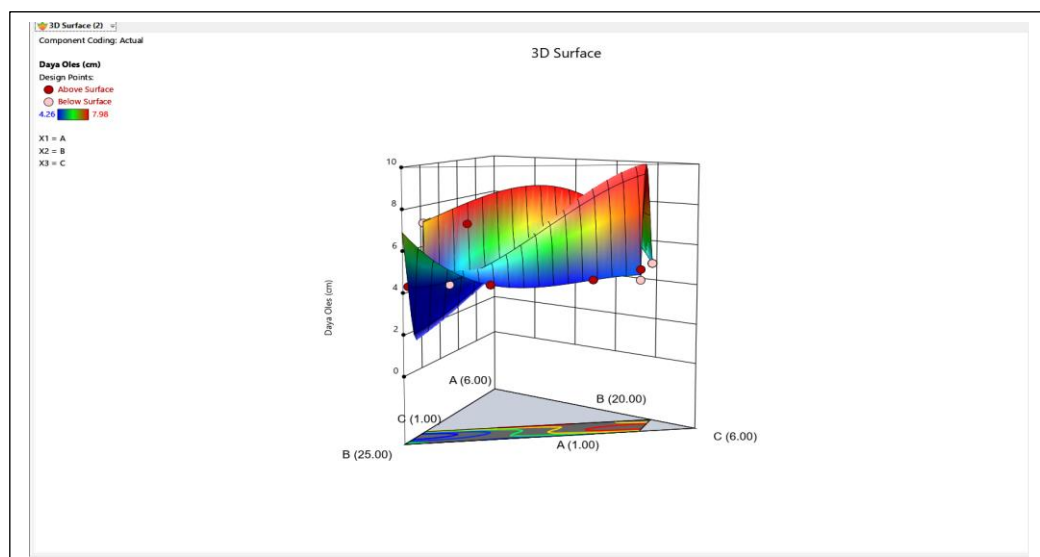
Berdasarkan persamaan yang diperoleh di atas dapat diketahui bahwa komponen yang paling besar berkontribusi terhadap respons daya oles produk pasta kopi robusta yaitu CMC (Koefisien A). Hal ini ditandai dengan koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi yaitu sebesar 2618,41 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen lainnya.

Untuk melihat perbedaan antara data aktual formulasi dengan nilai prediksi yang didapatkan dari tabel ANOVA dapat dilihat pada Grafik *normal plot of residuals* dari respons daya oles pada gambar berikut:



Gambar IV 1. Grafik Normal Plot Respons Daya Oles

Berdasarkan gambar grafik normal plot dapat dilihat bahwa nilai residuals terdistribusi normal di sekitar garis lurus. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa data pada respons daya oles menyebar secara normal, sehingga model terpenuhi.



Gambar IV 2. Grafik 3D Surface Respon Daya Oles

Berdasarkan grafik tiga dimensi yang menunjukkan hubungan antara variabel bahan (CMC, Gula Aren, dan Tepung Mocaf) terhadap daya oles pada

pasta kopi robusta, dapat dilihat bahwa perbedaan ketinggian permukaan menggambarkan nilai daya oles yang berbeda-beda untuk setiap kombinasi bahan. Area dengan ketinggian rendah menunjukkan daya oles yang rendah, sedangkan area dengan ketinggian tinggi menunjukkan daya oles yang lebih tinggi. Pengaruh kombinasi bahan yang digunakan, seperti CMC, Gula Aren, dan Tepung Mocaf, sangat jelas terhadap daya oles pasta kopi robusta. Permukaan grafik yang sedikit cembung menunjukkan bahwa interaksi antar bahan mempengaruhi respon daya oles secara berbeda. Pada bagian bawah grafik, respon daya oles terlihat rendah, terkait dengan interaksi bahan dengan nilai yang lebih rendah. Sedangkan pada puncak grafik yang berwarna merah, terlihat respon daya oles tertinggi. Berdasarkan grafik tersebut, Run 4 terletak di tengah grafik dan mendekati puncak merah, yang menunjukkan nilai daya oles tertinggi, yaitu sebesar 13,9. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi bahan yang digunakan mempengaruhi daya oles pasta kopi robusta.

CMC memengaruhi daya oles pasta kopi robusta karena kemampuannya sebagai hidrokoloid dalam mengikat air bebas dan meningkatkan viskositas sistem, membentuk matriks gel yang elastis sekaligus homogen, menstabilkan dispersi fase padat-cair, serta menciptakan tekstur plastis yang memudahkan penyebaran pasta tanpa menyebabkan pemisahan atau retakan pada permukaan.

4.2.2 Hasil Analisis Organoleptik Mutu Hedonik

4.2.2.1 Rasa

Rasa menjadi respons yang sangat penting untuk menentukan penerimaan atau penolakan konsumen. Menurut Waysima dan Adawiyah (2010) pengujian organoleptik mencakup Analisa karakteristik bahan pangan yang diterima oleh indera pencicip atau pengecap. Rasa merupakan persepsi biologis seperti sensasi yang dihasilkan oleh bahan yang masuk ke dalam mulut. Senyawa cita rasa adalah senyawa yang menyebabkan timbulnya sensasi rasa seperti manis, pahit masam, asin; trigeminal seperti dingin atau panas; dan aroma setelah mengonsumsi senyawa tersebut (Tarwendah, 2017). Rasa timbul dari adanya rangsangan kimiawi yang diterima oleh reseptor indera pengecap yaitu lidah. Pada kuncup pengecap terdapat papila yang ketika menerima rangsangan otak akan menerima informasinya dan selanjutnya akan timbul kesadaran berupa kesan terhadap rasa. Menurut Kartika et

al., (1988) rasa suatu bahan atau produk pangan merupakan hasil kerja sama dari indera penglihatan, penciuman, pengecapan, pendengaran, dan peraba, yang kemudian semua indera berkontribusi pada pengamatan rasa. Lidah pada dasarnya hanya mampu mengecap empat jenis rasa yaitu pahit, asam, asin, dan manis, namun cita rasa dapat membangkitkan rasa lewat aroma yang disebarkan sehingga lebih dari sekedar empat jenis rasa tersebut. Nilai penerimaan respons organoleptik mutu hedonik terhadap atribut rasa pada pasta kopi robusta yang dapat dilihat pada tabel IV.5.

Tabel IV 5. Hasil Analisis Respon Mutu Hedonik Atribut Rasa

Run	CMC	Gula Aren	Tepung Mocaf	Atribut Rasa
1	1.96	23.29	1.76	4,87
2	1.00	23.56	2.44	5,47
3	1.25	24.75	1.00	5,37
4	2.00	20.98	4.02	4,57
5	2.00	24.00	1.00	4,63
6	1.55	22.14	3.30	4,93
7	1.00	21.00	5.00	4,6
8	1.00	23.56	2.44	4,63
9	1.27	24.05	1.67	4,53
10	2.00	20.00	5.00	4,47
11	1.00	21.82	4.18	4,97
12	2.00	20.00	5.00	4,63
13	1.93	22.57	2.50	4,43
14	1.00	21.00	5.00	4,57

Berdasarkan tabel IV.5, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut rasa pada 14 perlakuan formulasi pasta kopi robusta yaitu berkisar antara 4,43-5,47%. Hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut rasa terendah ditunjukkan oleh Run 13 sedangkan hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut rasa tertinggi ditunjukkan oleh Run 2. Nilai rata-rata untuk respon

mutu hedonik terhadap atribut rasa yaitu sebesar 4,76% dengan standar deviasi sebesar 0,2903.

Hasil pengujian organoleptic atribut rasa dari setiap kombinasi perlakuan diolah dan dianalisis menggunakan *software Design Expert 13* menggunakan model *Mixture D-Optimal Model polynomial* yang direkomendasikan untuk analisis respon mutu hedonik terhadap atribut rasa adalah linear. Berikut ini merupakan tabel ANOVA dari hasil pengujian yang dianalisis *software*:

Tabel IV 6. ANOVA Mixture D-Optimal Respons Organoleptik Atribut Rasa

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-value</i>	<i>P-value</i>	
Model	0,4283	2	0,2142	2,54	0,1239	<i>Not significant</i>
(1) Linear Mixture	0,4283	2	0,2142	2,54	0,1239	
Residual	0,9273	11	0,0843			
<i>Lack of Fit</i>	0,5613	8	0,0702	0,5750	0,7638	<i>not significant</i>
<i>Pure Error</i>	0,3660	3	0,1220			
Cor Total	1,36	13				

Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa taraf 5% didapatkan p-value sebesar 0,1239 dengan model yang direkomendasikan yaitu model linear. Menurut Sirait (2021) penetapan model signifikan dapat dilihat dari nilai p-value $< 0,05$ dan nilai *lack of fit* ($p > 0,05$). Hasil p-value sebesar 0,1239 dinyatakan tidak signifikan yang menunjukkan bahwa kombinasi formulasi CMC, gula aren, dan tepung mocaf tidak memberikan pengaruh terhadap respon organoleptik atribut rasa pada pasta kopi.

Nilai *lack of fit* menjadi nilai yang digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu model untuk memprediksi hubungan antara variabel bebas dan respons (Damire et al., 2022). *Lack of fit* merupakan penyimpangan atau ke tidak tepatan terhadap model (Rahmawaty dan Sutanto, tanpa tahun). Nilai *lack of fit* yang dihasilkan lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,7638 sehingga dinyatakan *lack of fit not significant*. Nilai *lack of fit not significant* adalah syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara hasil analisis respon organoleptik atribut rasa dengan model.

Tabel IV 7. Fit Statistics Respons Organoleptik Atribut Rasa

Std. Dev	0,2903		R²	0,3160
Mean	4,76		Adjusted R²	0,1916
C.V. %	6,10		Predicted R²	-0,0675
			Adeq Precision	4,1358

Adanya *Fit statistics* digunakan untuk mengetahui banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model tersebut dengan melihat R^2 apakah semakin mendekati 1 serta untuk mengetahui apakah terdapat komponen yang tidak signifikan pada model tersebut dengan melihat selisih antara *Adjusted R²* dan *Predicted R²* apakah kurang dari 0,2. Pada respons organoleptik atribut rasa untuk nilai R^2 didapatkan sebesar 0,3160 banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model. Selisih antara nilai *Adjusted R²* dan *Predicted R²* yang didapatkan yaitu sebesar 0,2591, sehingga dapat disimpulkan jika tidak semua komponen signifikan pada model linear tersebut. Nilai *Adeq precision* didapatkan sebesar 4,1358 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* lebih dari 4 mengindikasikan sinyal yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space* dan model yang digunakan.

Persamaan regresi linear digunakan untuk mendapatkan variabel yang optimum respons organoleptik atribut rasa pada pasta kopi robusta. Koefisien dari model linear sebagai berikut:

Tabel IV 8. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Rasa

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-CMC	3,61	1	0,7941	1,87	5,36	1,86
B-Gula Aren	5,09	1	0,1664	4,72	5,46	1,43
C-Tepung Mocaf	4,67	1	0,1862	4,26	5,08	1,58

Persamaan model regresi linear pada tabel ini merupakan persamaan model matematika untuk analisis respons organoleptik atribut rasa, persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y = 3,61A + 5,09B + 4,67C$$

Keterangan:

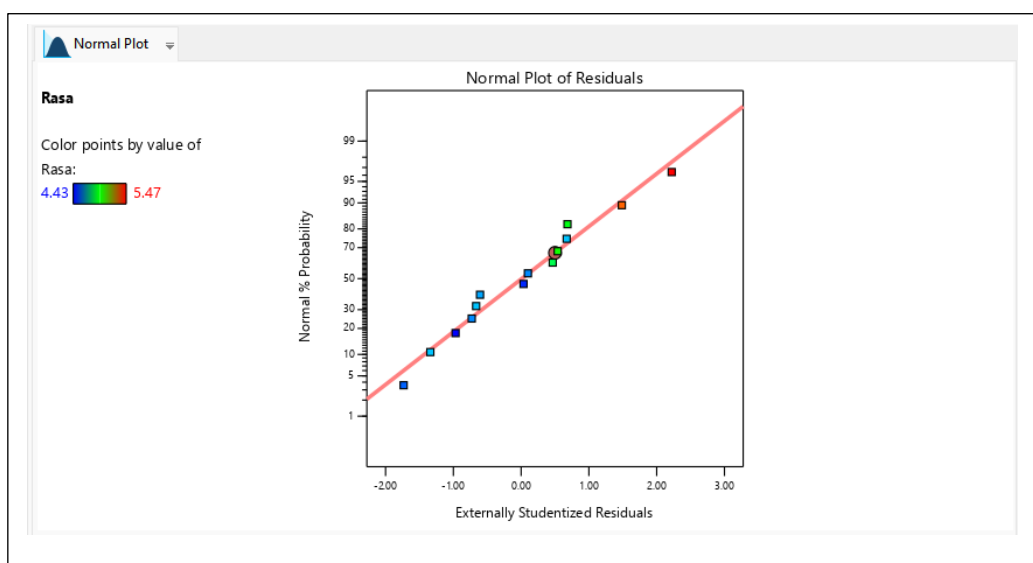
A = CMC

B = Gula Aren

C = Tepung Mocaf

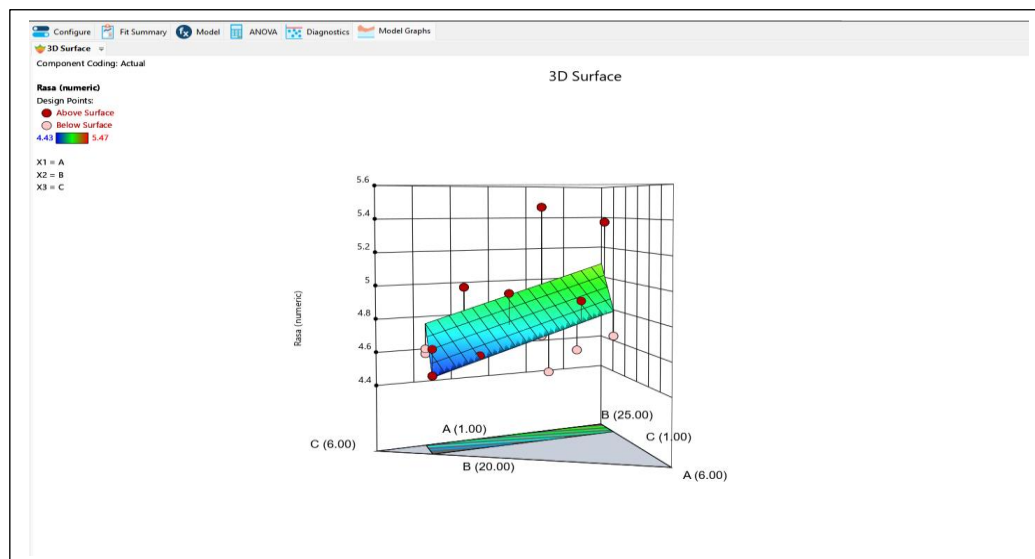
Berdasarkan persamaan yang diperoleh di atas dapat diketahui bahwa komponen yang paling besar berkontribusi terhadap respons organoleptik atribut rasa produk pasta kopi robusta yaitu Gula Aren (Koefisien B). Hal ini ditandai dengan koefisien B memiliki nilai yang paling tinggi yaitu sebesar 5,09 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen lainnya.

Untuk melihat perbedaan antara data aktual formulasi dengan nilai prediksi yang didapatkan dari tabel ANOVA dapat dilihat pada Grafik *normal plot of residuals* dari respons organoleptik atribut rasa pada gambar berikut:



Gambar IV 3. Grafik Normal Plot Respon Organoleptik Atribut Rasa

Berdasarkan gambar grafik normal plot dapat dilihat bahwa nilai residuals terdistribusi normal di sekitar garis lurus. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa data pada respons organoleptik atribut rasa menyebar secara normal, sehingga model terpenuhi.



Gambar IV 4. Grafik 3D Surface Respons Organoleptik Atribut Rasa

Berdasarkan grafik tiga dimensi yang menunjukkan hubungan antara variabel bahan (CMC, Gula Aren, dan Tepung Mocaf) terhadap respon organoleptik atribut rasa pada pasta kopi robusta, terlihat perbedaan ketinggian permukaan yang menggambarkan nilai rasa yang berbeda untuk setiap kombinasi bahan. Area dengan ketinggian rendah menunjukkan nilai rasa yang lebih rendah, sementara area dengan ketinggian tinggi menunjukkan nilai rasa yang lebih tinggi. Kombinasi bahan yang digunakan, seperti CMC, gula aren, dan tepung mocaf, mempengaruhi atribut rasa pasta kopi robusta dengan jelas. Pada grafik, nilai rasa tertinggi terlihat pada puncak yang berwarna merah, sedangkan nilai rasa yang lebih rendah berada pada area yang lebih rendah. Berdasarkan grafik ini, run 2 terletak di bagian tengah grafik, mendekati puncak yang menunjukkan nilai rasa tertinggi, yang menunjukkan bahwa kombinasi bahan yang digunakan dalam Run 2 menghasilkan rasa terbaik pada pasta kopi robusta.

Penggunaan gula aren sebagai pemanis dalam pasta kopi robusta dapat meningkatkan penerimaan organoleptik atribut rasa karena gula aren memiliki profil rasa khas dengan aroma karamel dan malt, yang berbeda dengan sukrosa murni (Aidoo et al., 2023)

4.2.2.2 Warna

Warna adalah respons yang paling mudah dan cepat dalam memberikan kesan baik saat pengujian organoleptik, secara visual warna sangat menentukan

penerimaan atau penolakan oleh konsumen pada produk pangan (Fellows, 2000 dan Winarno, 2004). Warna memiliki peranan penting dalam komoditi pangan karena warna akan menjadi daya tarik, tanda pengenal, dan atribut mutu. Menurut Soekarto (1985) warna merupakan faktor mutu yang paling menarik perhatian konsumen, warna akan memberikan kesan pertama apakah makanan tersebut disukai atau tidak. Warna berhubungan dengan distribusi spektrum cahaya dan sifat gelap terang material yang dipengaruhi oleh cahaya, khususnya cahaya yang dipantulkan. Warna diterima seseorang melalui indera penglihat sebagai hasil rangsangan seberkas energi radiasi yang menstimulasi retina mata (Kartika et al., 1988). Penerimaan warna dari produk pangan akan bervariasi, tergantung pada faktor geografis alami dan aspek sosial masyarakat penerima atau konsumen (Winarno, 2004). Warna dan penampilan produk ini sangat berpengaruh terhadap kesukaan konsumen sehingga harus memiliki warna dan penampilan yang menarik, jika produk olahan maka tidak boleh terlalu beda dengan warna bahan baku yang digunakan. Nilai penerimaan respons organoleptik terhadap atribut warna pada pasta kopi yang dapat dilihat pada tabel IV.9

Tabel IV 9. Hasil Analisis Respon Organoleptik Atribut Warna

Run	CMC	Gula Aren	Tepung Mocaf	Atribut Warna
1	1.96	23.29	1.76	4,73
2	1.00	23.56	2.44	5,43
3	1.25	24.75	1.00	5,37
4	2.00	20.98	4.02	4,47
5	2.00	24.00	1.00	4,67
6	1.55	22.14	3.30	4,9
7	1.00	21.00	5.00	4,63
8	1.00	23.56	2.44	4,7
9	1.27	24.05	1.67	4,6
10	2.00	20.00	5.00	4,9
11	1.00	21.82	4.18	4,43

12	2.00	20.00	5.00	4,63
13	1.93	22.57	2.50	4,47
14	1.00	21.00	5.00	4,6

Berdasarkan tabel IV.9, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut warna pada 14 perlakuan formulasi pasta kopi robusta yaitu berkisar antara 4,43-5,43%. Hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut warna terendah ditunjukkan oleh Run 11 sedangkan hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut rasa tertinggi ditunjukkan oleh Run 2. Nilai rata-rata untuk respon mutu hedonik terhadap atribut rasa yaitu sebesar 4,75% dengan standar deviasi sebesar 0,2900.

Hasil pengujian daya oles dari setiap kombinasi perlakuan diolah dan dianalisis menggunakan *software Design Expert 13* menggunakan model *Mixture D-Optimal Model polynomial* yang direkomendasikan untuk analisis respon mutu hedonik terhadap atribut warna adalah linear. Berikut ini merupakan tabel ANOVA dari hasil pengujian yang dianalisis *software*:

Tabel IV 10. ANOVA Mixture D-Optimal Respons Organoleptik Atribut Warna

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-value</i>	<i>P-value</i>	
Model	0,5612	2	0,1122	1,33	0,3407	<i>Not significant</i>
(1) Linear Mixture	0,2334	2	0,1167	1,39	0,3038	
AB	0,0004	1	0,0004	0,0048	0,9462	
AC	0,0051	1	0,0051	0,0601	0,8126	
BC	0,0719	1	0,0719	0,8551	0,3822	
Residual	0,6728	8	0,0841			
<i>Lack of Fit</i>	0,3695	5	0,0739	0,7308	0,6467	<i>not significant</i>
<i>Pure Error</i>	0,3033	3	0,1011			
Cor Total	1,23	13				

Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa taraf 5% didapatkan p-value sebesar 0,3407 dengan model yang direkomendasikan yaitu model linear. Menurut Sirait (2021) penetapan model signifikan dapat dilihat dari nilai p-value $< 0,05$ dan nilai *lack of fit* ($p > 0,05$). Hasil p-value sebesar 0,3407 dinyatakan tidak signifikan yang menunjukkan bahwa kombinasi formulasi CMC, gula aren, dan tepung mocaf

tidak memberikan pengaruh terhadap respon organoleptik atribut warna pada pasta kopi robusta.

Nilai *lack of fit* menjadi nilai yang digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu model untuk memprediksi hubungan antara variabel bebas dan respons (Damire et al., 2022). *Lack of fit* merupakan penyimpangan atau ke tidak tepatan terhadap model (Rahmawaty dan Sutanto, tanpa tahun). Nilai *lack of fit* yang dihasilkan lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,6467 sehingga dinyatakan *lack of fit not significant*. Nilai *lack of fit not significant* adalah syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara hasil analisis respon organoleptik atribut warna dengan model.

Tabel IV 11. Fit Statistics Respons Organoleptik Atribut Warna

Std. Dev	0,2900		R²	0,4548
Mean	4,75		Adjusted R²	0,1140
C.V. %	6,10		Predicted R²	-0,8824
			Adeq Precision	3,6018

Adanya *Fit statistics* digunakan untuk mengetahui banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model tersebut dengan melihat R² apakah semakin mendekati 1 serta untuk mengetahui apakah terdapat komponen yang tidak signifikan pada model tersebut dengan melihat selisih antara *Adjusted R²* dan *Predicted R²* apakah kurang dari 0,2. Pada respons organoleptik atribut warna untuk nilai R² didapatkan sebesar 0,4548 banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model. Selisih antara nilai *Adjusted R²* dan *Predicted R²* yang didapatkan yaitu sebesar 0,9964, sehingga dapat disimpulkan jika tidak semua komponen signifikan pada model linear tersebut. Nilai *Adeq precision* didapatkan sebesar 3,6018 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* kurang dari 4 mengindikasikan sinyal tidak memadai sehingga tidak seharusnya digunakan sebagai *design space* dan model.

Persamaan regresi linear digunakan untuk mendapatkan variabel yang optimum respons organoleptik atribut warna pada pasta kopi robusta. Koefisien dari model linear sebagai berikut:

Tabel IV 12. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Warna

<i>Factor</i>	<i>Coefficient Estimate</i>	<i>df</i>	<i>Standard Error</i>	<i>95% CI Low</i>	<i>95% CI High</i>	<i>VIF</i>
A-CMC	0,2672	1	20,81	-47,72	48,25	1281,82
B-Gula Aren	5,41	1	0,3221	4,67	6,16	5,36
C-Tepung Mocaf	4,61	1	0,3832	3,72	5,49	6,70
AB	1,83	1	26,34	-58,90	62,56	482,66
AC	6,28	1	25,62	-52,81	65,37	565,27
BC	-1,16	1	1,26	-4,06	1,73	5,39

Persamaan model regresi linear pada tabel ini merupakan persamaan model matematika untuk analisis respons organoleptik atribut warna, persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y = 0,2672A + 5,41B + 4,61C + 1,83AB + 6,28AC - 1,16BC$$

Keterangan:

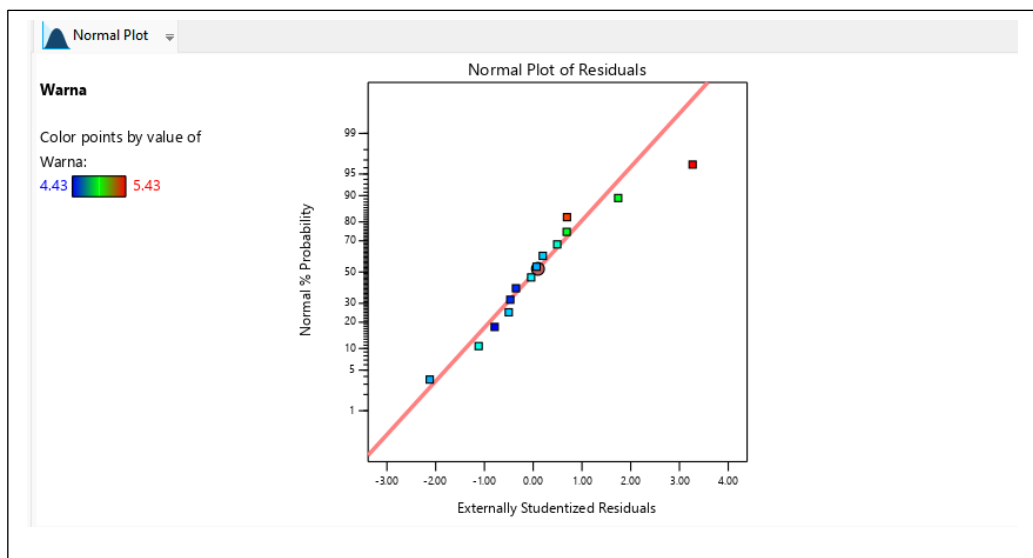
A = CMC

B = Gula Aren

C = Tepung Mocaf

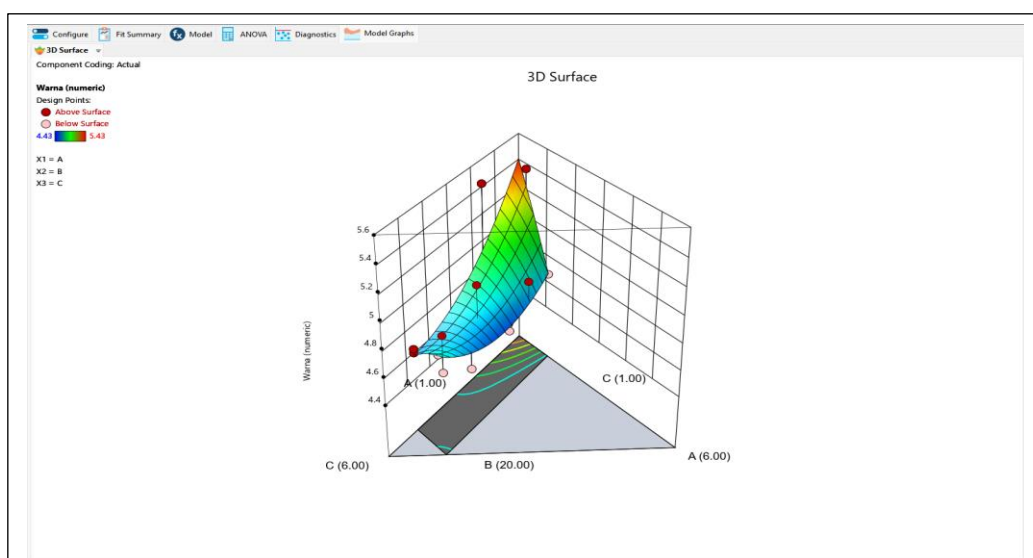
Berdasarkan persamaan yang diperoleh di atas dapat diketahui bahwa komponen yang paling besar berkontribusi terhadap respons organoleptik atribut warna produk pasta kopi robusta yaitu Interaksi antara CMC (Koefisien A) dengan Tepung Mocaf (Koefisien C). Hal ini ditandai dengan interaksi antara koefisien A dengan koefisien C memiliki nilai yang paling tinggi yaitu sebesar 6,28 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen lainnya.

Untuk melihat perbedaan antara data aktual formulasi dengan nilai prediksi yang didapatkan dari tabel ANOVA dapat dilihat pada Grafik *normal plot of residuals* dari respons organoleptik atribut warna pada gambar berikut:



Gambar IV 5. Grafik Normal Plot Respon Organoleptik Atribut Warna

Berdasarkan gambar grafik normal plot dapat dilihat bahwa nilai residuals terdistribusi normal di sekitar garis lurus. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa data pada respons organoleptik atribut warna menyebar secara normal, sehingga model terpenuhi.



Gambar IV 6. Grafik 3D Surface Respon Organoleptik Atribut Warna

Berdasarkan grafik tiga dimensi yang menunjukkan hubungan antara variabel bahan CMC (A), Gula Aren (B), dan Tepung Mocaf (C) terhadap respon

organoleptik atribut warna pada pasta kopi robusta, dapat dilihat perbedaan ketinggian permukaan yang menggambarkan nilai warna yang berbeda untuk setiap kombinasi bahan. Area dengan ketinggian rendah menunjukkan warna yang lebih pucat atau kurang intens, sementara area dengan ketinggian tinggi menunjukkan warna yang lebih terang atau lebih intens. Pengaruh kombinasi bahan yang digunakan, seperti CMC (A), Gula Aren (B), dan Tepung Mocaf (C), terlihat jelas terhadap atribut warna pasta kopi robusta. Permukaan grafik menunjukkan bentuk yang cekung, yang mengindikasikan bahwa interaksi antara bahan mempengaruhi respon warna secara signifikan. Pada bagian bawah grafik, respon warna terlihat lebih rendah, yang terkait dengan interaksi bahan dengan nilai yang lebih rendah. Sedangkan pada puncak grafik yang berwarna merah, terlihat respon warna tertinggi, yang menunjukkan warna yang lebih terang dan dominan. Berdasarkan grafik tersebut, Run 2 terletak di bagian tengah grafik dan mendekati puncak merah, yang menunjukkan nilai warna tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi bahan yang digunakan dalam Run 2 menghasilkan warna terbaik pada pasta kopi robusta.

Carboxymethyl Cellulose (CMC) berpengaruh terhadap warna pasta kopi atau selai karena kemampuannya membentuk larutan koloid yang jernih dan stabil. CMC menahan partikel padatan tersuspensi sehingga mencegah terjadinya pengendapan maupun pemisahan fase, sehingga warna produk tampak lebih seragam dan homogen (Imeson, 2010; Whistler & BeMiller, 1997).

Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) berpengaruh pada warna karena kandungan pati putihnya yang dapat mencerahkan produk dan memengaruhi kecerahan (*lightness/L**) dalam sistem pangan. Penelitian Siregar et al. (2022) pada selai kolang-kaling menunjukkan penggunaan mocaf menghasilkan nilai warna yang lebih stabil dengan skor kesukaan panelis yang tinggi pada atribut warna. Mocaf juga dapat menurunkan tingkat pencoklatan non-enzimatis karena kadar gula pereduksinya lebih rendah dibandingkan tepung lain.

4.2.2.3 Aroma

Aroma merupakan bau yang dimiliki oleh bahan atau produk pangan, bau adalah suatu respons ketika senyawa volatil dirasakan oleh indera penciuman (rongga hidung). Molekul komponen aroma senyawa volatil pada bahan atau produk pangan akan menyentuh silia sel olfaktori sehingga aroma terdeteksi, kemudian ujung saraf olfaktori mengirimkan impuls listrik ke otak (Winarno, 2004). Menurut Kartika *et al.*, (1988) atribut sensori aroma dalam pengujian uji organoleptik dianggap penting karena dapat memberikan hasil penerimaan produk dengan cepat. Aroma atau bau ini tidak hanya digunakan sebagai indikator penerimaan namun juga dapat dijadikan sebagai suatu indikator terjadinya kerusakan pada produk misalnya aroma tengik (Sigit *et al.*, 2010). Nilai penerimaan respons organoleptik terhadap atribut aroma pada pasta kopi robusta yang dapat dilihat pada tabel IV,13

Tabel IV 13. Hasil Analisis Respon Organoleptik Atribut Aroma

Run	CMC	Gula Aren	Tepung Mocaf	Atribut Aroma
1	1.96	23.29	1.76	4,03
2	1.00	23.56	2.44	3,87
3	1.25	24.75	1.00	3,97
4	2.00	20.98	4.02	3,93
5	2.00	24.00	1.00	3,8
6	1.55	22.14	3.30	4,07
7	1.00	21.00	5.00	4,13
8	1.00	23.56	2.44	3,93
9	1.27	24.05	1.67	3,93
10	2.00	20.00	5.00	4,07
11	1.00	21.82	4.18	4,0
12	2.00	20.00	5.00	3,9
13	1.93	22.57	2.50	4,17

14	1.00	21.00	5.00	4,07
----	------	-------	------	------

Berdasarkan tabel IV., dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut aroma pada 14 perlakuan formulasi pasta kopi robusta yaitu berkisar antara 3,8-4,17%. Hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut aroma terendah ditunjukkan oleh Run 5 sedangkan hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut aroma tertinggi ditunjukkan oleh Run 13. Nilai rata-rata untuk respon mutu hedonik terhadap atribut aroma yaitu sebesar 3,99% dengan standar deviasi sebesar 0,0748.

Hasil pengujian respon organoleptik atribut aroma dari setiap kombinasi bahan diolah dan dianalisis menggunakan *software Design Expert 13* menggunakan model *Mixture D-Optimal* model *polynomial* yang direkomendasikan untuk analisis respon mutu hedonik terhadap atribut aroma adalah quartic. Berikut ini merupakan tabel ANOVA dari hasil pengujian yang dianalisis *software*:

Tabel IV 14. ANOVA Mixture D-Optimal Respons Organoleptik Atribut Aroma

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-value</i>	<i>P-value</i>	
Model	0,1147	8	0,0143	2,56	0,1574	<i>Not significant</i>
(1) Linear Mixture	0,0243	2	0,0121	2,17	0,2098	
AB	0,0001	1	0,0001	0,0237	0,8836	
AC	0,0001	1	0,0001	0,0200	0,8930	
BC	0,0012	1	0,00012	0,2189	0,6596	
A ² BC	0,0003	1	0,0003	0,0544	0,8249	
AB ² C	0,0007	1	0,0007	0,1169	0,7463	
ABC ²	0,0002	1	0,0002	0,0370	0,8550	
Residual	0,0280	5	0,0056			
<i>Lack of Fit</i>	0,0099	2	0,0050	0,8248	0,5183	<i>not significant</i>
<i>Pure Error</i>	0,0181	3	0,0060			
Cor Total	0,1427	13				

Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa taraf 5% didapatkan p-value sebesar 0,1574 dengan model yang direkomendasikan yaitu model quartic. Menurut Sirait (2021) penetapan model signifikan dapat dilihat dari nilai p-value < 0,05 dan nilai *lack of fit* ($p > 0,05$). Hasil p-value sebesar 0,1574 dinyatakan tidak signifikan yang menunjukkan bahwa kombinasi formulasi CMC, gula aren, dan tepung mocaf

tidak memberikan pengaruh terhadap respon organoleptik atribut aroma pada pasta kopi robusta.

Nilai *lack of fit* menjadi nilai yang digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu model untuk memprediksi hubungan antara variabel bebas dan respons (Damire et al., 2022). *Lack of fit* merupakan penyimpangan atau ke tidak tepatan terhadap model (Rahmawaty dan Sutanto, tanpa tahun). Nilai *lack of fit* yang dihasilkan lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,5183 sehingga dinyatakan *lack of fit not significant*. Nilai *lack of fit not significant* adalah syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara hasil analisis respon organoleptik atribut warna dengan model.

Tabel IV 15. Fit Statistics Respons Organoleptik Atribut Aroma

Std. Dev	0,0748		R²	0,8039
Mean	3,99		Adjusted R²	0,4903
C.V. %	1,87		Predicted R²	-10,3421
			Adeq Precision	5,5141

Adanya *Fit statistics* digunakan untuk mengetahui banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model tersebut dengan melihat R² apakah semakin mendekati 1 serta untuk mengetahui apakah terdapat komponen yang tidak signifikan pada model tersebut dengan melihat selisih antara *Adjusted R²* dan *Predicted R²* apakah kurang dari 0,2. Pada respons organoleptik atribut aroma untuk nilai R² didapatkan sebesar 0,8039 banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model. Selisih antara nilai *Adjusted R²* dan *Predicted R²* yang didapatkan yaitu sebesar 10,8324, sehingga dapat disimpulkan jika tidak semua komponen signifikan pada model quartic tersebut. Nilai *Adeq precision* didapatkan sebesar 5,5141 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* lebih dari 4 mengindikasikan sinyal memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space* dan model.

Persamaan regresi quartic digunakan untuk mendapatkan variabel yang optimum respons organoleptik atribut aroma pada pasta kopi robusta. Koefisien dari model linear sebagai berikut:

Tabel IV 16. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Aroma

<i>Factor</i>	<i>Coefficient Estimate</i>	<i>df</i>	<i>Standard Error</i>	<i>95% CI Low</i>	<i>95% CI High</i>	<i>VIF</i>
A-CMC	-1,38	1	28,45	-74,53	71,86	36026,20
B-Gula Aren	3,93	1	0,3552	3,02	4,85	97,99
C-Tepung Mocaf	4,28	1	0,2483	3,65	4,92	42,27
AB	5,74	1	37,24	-90,00	101,47	14508,62
AC	5,18	1	36,62	-88,96	99,32	17358,11
BC	-0,6922	1	1,48	-4,50	3,11	112,47
A ² BC	33,66	1	144,33	-337,36	404,67	261,54
AB ² C	15,74	1	46,03	-102,58	134,05	191,33
ABC ²	-8,46	1	43,96	-121,47	104,55	134,59

Persamaan model regresi linear pada tabel ini merupakan persamaan model matematika untuk analisis respons organoleptik atribut aroma, persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y = -1,38A + 3,93B + 4,28C + 5,74AB + 5,18AC - 0,6922BC + 33,66 A^2BC + 15,74 AB^2C - 8,46 ABC^2$$

Keterangan:

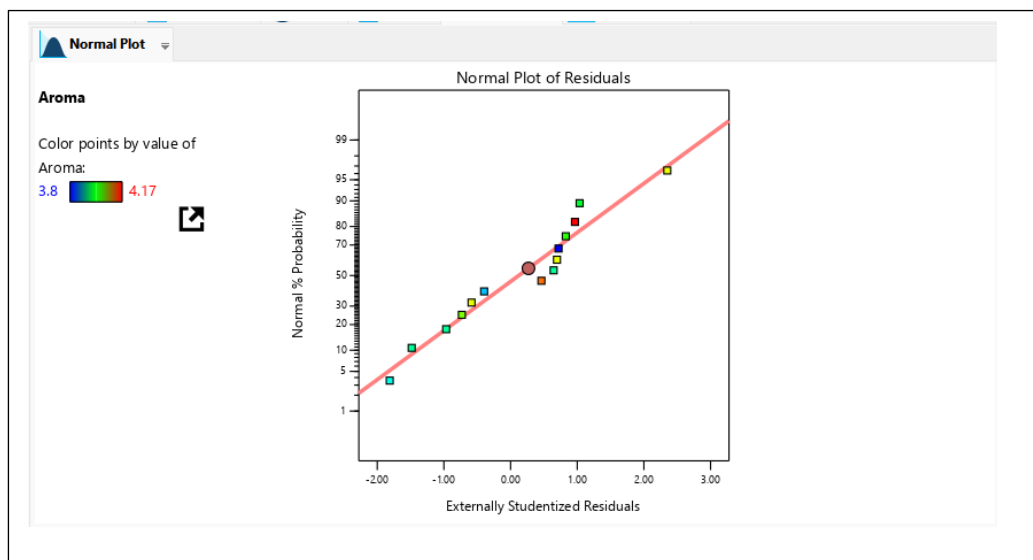
A = CMC

B = Gula Aren

C = Tepung Mocaf

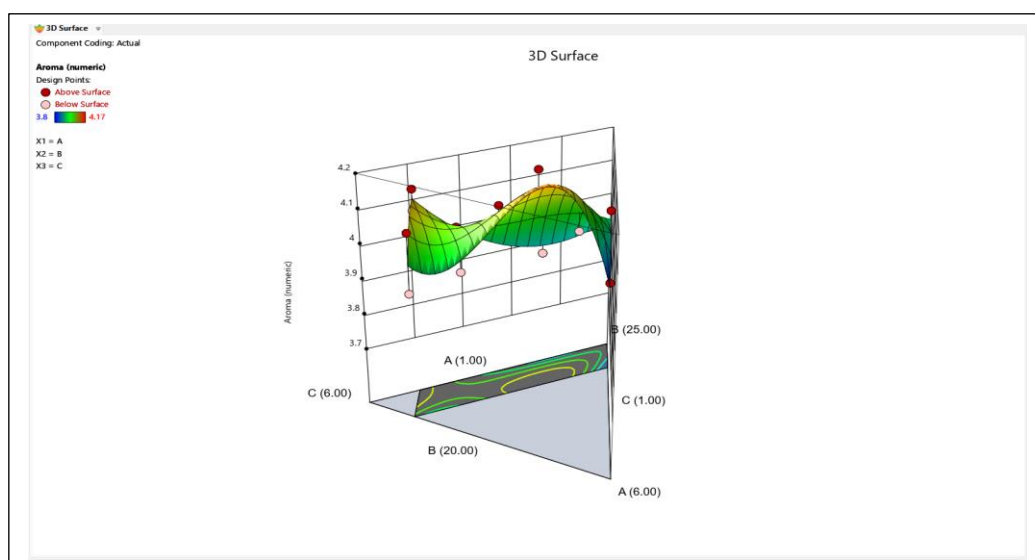
Berdasarkan persamaan diatas, interaksi antara CMC (A), Gula Aren (B), dan Tepung Mocaf (C) melalui A²BC (koefisien 33,66) memberikan kontribusi terbesar terhadap aroma pasta kopi robusta. Selain itu, AB²C (koefisien 15,74) juga memiliki pengaruh signifikan. Interaksi antara CMC dan Tepung Mocaf, serta CMC dan Gula Aren, juga memberikan kontribusi positif terhadap aroma pasta kopi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi bahan-bahan ini mempengaruhi secara signifikan aroma produk.

Untuk melihat perbedaan antara data aktual formulasi dengan nilai prediksi yang didapatkan dari tabel ANOVA dapat dilihat pada Grafik *normal plot of residuals* dari respons organoleptik atribut aroma pada gambar berikut



Gambar IV 7. Grafik Normal Plot Respon Organoleptik Atribut Aroma

Berdasarkan gambar grafik normal plot dapat dilihat bahwa nilai residuals terdistribusi normal di sekitar garis lurus. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa data pada respons organoleptik atribut aroma menyebar secara normal, sehingga model terpenuhi.



Gambar IV 8. Grafik 3D Surface Respon Organoleptik Atribut Aroma

Berdasarkan grafik tiga dimensi yang menunjukkan hubungan antara variabel bahan CMC (A), Gula Aren (B), dan Tepung Mocaf (C) terhadap respon

organoleptik atribut aroma pada pasta kopi robusta, dapat dilihat bahwa perbedaan ketinggian permukaan menggambarkan nilai aroma yang berbeda untuk setiap kombinasi bahan. Area dengan ketinggian rendah menunjukkan aroma yang kurang intens, sementara area dengan ketinggian tinggi menunjukkan aroma yang lebih kuat dan dominan. Grafik menunjukkan bentuk cekung, yang mengindikasikan bahwa interaksi antar bahan mempengaruhi respon aroma secara berbeda. Pada bagian bawah grafik, respon aroma terlihat lebih rendah, terkait dengan interaksi bahan dengan nilai yang lebih rendah. Sedangkan pada puncak grafik yang berwarna merah, terlihat respon aroma tertinggi, yang menunjukkan aroma yang lebih kuat dan disukai. Berdasarkan grafik tersebut, Run 5 terletak di bagian tengah grafik dan mendekati puncak merah, yang menunjukkan nilai aroma tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi bahan yang digunakan dalam Run 5 menghasilkan aroma terbaik pada pasta kopi robusta.

Penggunaan CMC, gula aren, dan tepung mocaf terbukti memengaruhi atribut aroma pada pasta kopi. CMC meningkatkan viskositas sehingga pelepasan senyawa volatil lebih lambat, dan pada konsentrasi tertentu efek ini semakin kuat, sehingga aroma yang tercium panelis berubah intensitasnya (Imeson, 2010; Whistler & BeMiller, 1997). Gula aren berkontribusi nyata terhadap aroma karena kandungan senyawa hasil karamelisasi dan Maillard seperti maltol dan furfural yang memperkaya kompleksitas cita rasa kopi (Aidoo et al., 2023; Anis, 2023). Sementara itu, tepung mocaf berfungsi sebagai matriks pati yang dapat menahan senyawa volatil serta memengaruhi reaksi pembentukan aroma selama pemanasan, sehingga memengaruhi jenis dan intensitas aroma yang dilepaskan (Siregar et al., 2022). Kombinasi ketiga bahan ini menghasilkan interaksi yang saling memengaruhi, sehingga variasi konsentrasi salah satu bahan dapat memperkuat atau menurunkan aroma secara signifikan (Desrosier, 1988).

4.2.2.4 Tekstur

Definisi dari tekstur yaitu suatu sensasi dari tekanan atau kerenyahan yang bisa diamati mulut (pada saat menggigit, mengunyah, dan menelan), atau bisa dari menyentuh dan perabaan menggunakan indera peraba (Oktaviani dan Ulilalbab, 2020). Sifat-sifat tekstur seperti keras atau lemah pada bahan saat digigit, bagaimana fragmen-fragmennya pecah, interaksi di antara serat-seratnya, dan

sensasi lain (berminyak atau encer) kemungkinan besar akan muncul selama pengujian sensorik tekstur (Kartika, *et al.*, 1988). Tekstur merupakan salah satu faktor penting dalam penentuan mutu produk pangan. Tekstur menjadi ciri suatu bahan akibat dari perpaduan beberapa sifat fisik yang meliputi ukuran, bentuk, jumlah dan unsur-unsur pembentukan bahan lainnya yang dapat dirasakan oleh indera peraba dan perasa, termasuk juga indera penglihatan (Mildayanto dan Yuwono, 2014). Menurut Hasnelly (2021) dalam penelitiannya menyebutkan jika perubahan tekstur olahan bahan pangan dapat mengubah rasa dan bau yang timbul karena akan mempengaruhi kecepatan timbulnya rangsangan terhadap sel reseptor olfaktori dan kelenjar air liur. Nilai penerimaan respons organoleptik terhadap atribut tekstur pada pasta kopi robusta dapat dilihat pada tabel.

Tabel IV 17. Hasil Analisis Respon Mutu Hedonik Atribut Tekstur

Run	CMC	Gula Aren	Tepung Mocaf	Atribut Tekstur
1	1.96	23.29	1.76	4,13
2	1.00	23.56	2.44	3,87
3	1.25	24.75	1.00	3,83
4	2.00	20.98	4.02	3,73
5	2.00	24.00	1.00	4,17
6	1.55	22.14	3.30	3,77
7	1.00	21.00	5.00	3,83
8	1.00	23.56	2.44	3,8
9	1.27	24.05	1.67	3,9
10	2.00	20.00	5.00	3,8
11	1.00	21.82	4.18	3,7
12	2.00	20.00	5.00	3,5
13	1.93	22.57	2.50	3,93
14	1.00	21.00	5.00	4,07

Berdasarkan tabel IV.5, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut tekstur pada 14 perlakuan formulasi pasta kopi robusta yaitu

berkisar antara 3,5-4,17%. Hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut tekstur terendah ditunjukkan oleh Run 12 sedangkan hasil analisis respon mutu hedonik terhadap atribut tekstur tertinggi ditunjukkan oleh Run 5. Nilai rata-rata untuk respon mutu hedonik terhadap atribut tekstur yaitu sebesar 3,86% dengan standar deviasi sebesar 0,1223.

Hasil pengujian dari setiap kombinasi bahan diolah dan dianalisis menggunakan *software Design Expert 13* menggunakan model *Mixture D-Optimal*. Model *polynomial* yang direkomendasikan untuk analisis respon mutu hedonik terhadap atribut tekstur adalah quadratic. Berikut ini merupakan tabel ANOVA dari hasil pengujian yang dianalisis *software*:

Tabel IV 18. ANOVA Mixture D-Optimal Respons Organoleptik Atribut Tekstur

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-value</i>	<i>P-value</i>	
Model	0,2892	5	0,0578	3,86	0,0445	<i>significant</i>
(1) Linear Mixture	0,1048	2	0,0524	3,50	0,0808	
AB	0,0027	1	0,0027	0,1792	0,6832	
AC	0,0105	1	0,0105	0,7046	0,4256	
BC	0,0051	1	0,0051	0,3414	0,5751	
Residual	0,1197	8	0,0150			
<i>Lack of Fit</i>	0,0435	5	0,0087	0,3420	0,8609	<i>not significant</i>
<i>Pure Error</i>	0,0763	3	0,0254			
Cor Total	0,4089	13				

Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa taraf 5% didapatkan p-value sebesar 0,0445 dengan model yang direkomendasikan yaitu model quadratic. Menurut Sirait (2021) penetapan model signifikan dapat dilihat dari nilai p-value < 0,05 dan nilai *lack of fit* ($p > 0,05$). Hasil p-value sebesar 0,0445 dinyatakan signifikan serta menunjukkan bahwa kombinasi formulasi CMC, gula aren, dan tepung mocaf memberikan pengaruh terhadap respon organoleptik atribut tekstur pada pasta kopi.

Nilai *lack of fit* menjadi nilai yang digunakan untuk mengetahui kelayakan suatu model untuk memprediksi hubungan antara variabel bebas dan respons

(Damire et al., 2022). *Lack of fit* merupakan penyimpangan atau ke tidak tepatan terhadap model (Rahmawaty dan Sutanto, tanpa tahun). Nilai *lack of fit* yang dihasilkan lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,8609 sehingga dinyatakan *lack of fit not significant*. Nilai *lack of fit not significant* adalah syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara hasil analisis respon organoleptik atribut tekstur dengan model.

Tabel IV 19. Fit Statistics Respons Organoleptik Atribut Tekstur

Std. Dev	0,1223		R²	0,7072
Mean	3,86		Adjusted R²	0,5242
C.V. %	3,17		Predicted R²	0,1363
			Adeq Precision	7,0902

Adanya *Fit statistics* digunakan untuk mengetahui banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model tersebut dengan melihat R² apakah semakin mendekati 1 serta untuk mengetahui apakah terdapat komponen yang tidak signifikan pada model tersebut dengan melihat selisih antara *Adjusted R²* dan *Predicted R²* apakah kurang dari 0,2. Pada respons organoleptik atribut tekstur untuk nilai R² didapatkan sebesar 0,7072 banyaknya variasi data yang dapat ditangkap oleh model. Selisih antara nilai *Adjusted R²* dan *Predicted R²* yang didapatkan yaitu sebesar 0,3879, sehingga dapat disimpulkan jika tidak semua komponen signifikan pada model linear tersebut. Nilai *Adeq precision* didapatkan sebesar 7,0902 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* lebih dari 4 mengindikasikan sinyal yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space* dan model yang digunakan.

Persamaan regresi quadratic digunakan untuk mendapatkan variabel yang optimum respons organoleptik atribut tekstur pada pasta kopi robusta. Koefisien dari model quadratic sebagai berikut:

Tabel IV 20. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Tekstur

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-CMC	9,59	1	8,78	-10,68	29,80	1281,82
B-Gula Aren	3,82	1	0,1359	3,51	4,13	5,36

C-Tepung Mocaf	3,98	1	0,1616	3,61	4,36	6,70
AB	-4,70	1	11,11	-30,32	20,91	482,66
AC	-9,07	1	10,81	-34,00	15,85	566,27
BC	- 0,3095	1	0,5297	-1,53	0,9120	5,39

Persamaan model regresi quadratic pada tabel ini merupakan persamaan model matematika untuk analisis respons organoleptik atribut tekstur, persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y = 9,59A + 3,82B + 3,98C - 4,70AB - 9,07 - 0,3095BC$$

Keterangan:

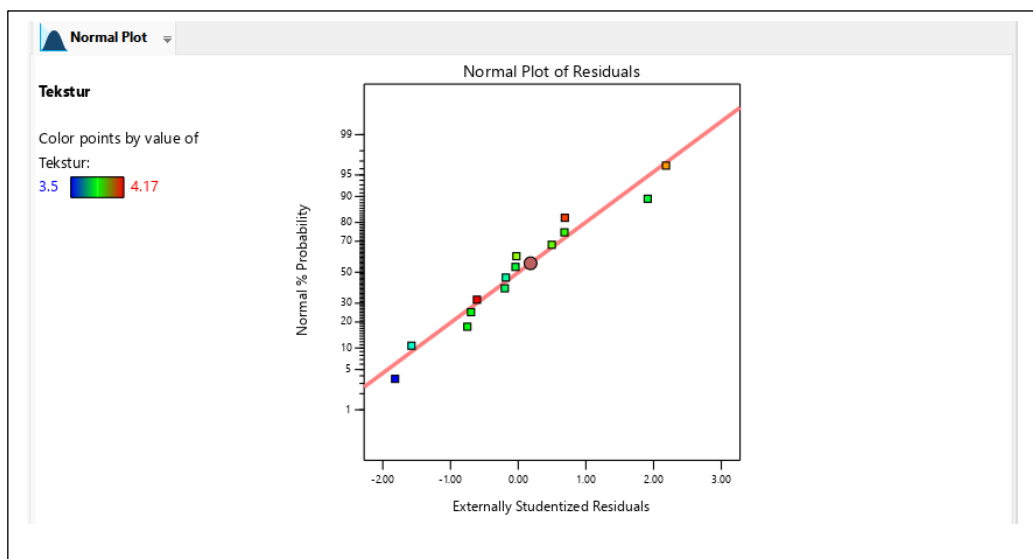
A = CMC

B = Gula Aren

C = Tepung Mocaf

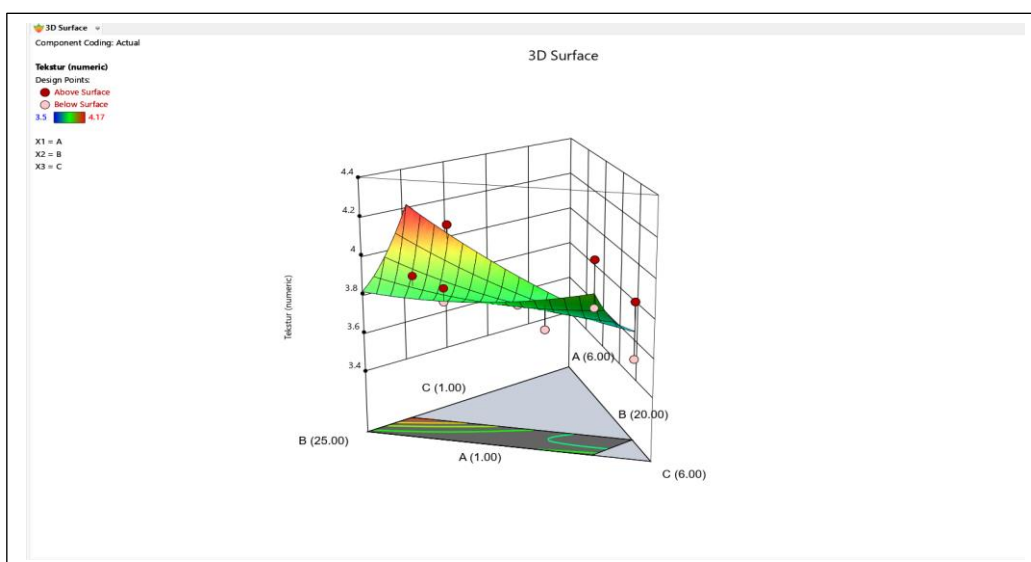
Berdasarkan persamaan yang diperoleh di atas dapat diketahui bahwa komponen yang paling besar berkontribusi terhadap respons organoleptik atribut tekstur produk pasta kopi robusta yaitu CMC (Koefisien A). Hal ini ditandai dengan koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi yaitu sebesar 9,59 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen lainnya.

Untuk melihat perbedaan antara data aktual formulasi dengan nilai prediksi yang didapatkan dari tabel ANOVA dapat dilihat pada Grafik *normal plot of residuals* dari respons organoleptik atribut tekstur pada gambar berikut:



Gambar IV 9. Grafik Normal Plot Respon Organoleptik Atribut Tekstur

Berdasarkan gambar grafik normal plot dapat dilihat bahwa nilai residuals terdistribusi normal di sekitar garis lurus. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa



data pada respons organoleptik atribut tekstur menyebar secara normal, sehingga model terpenuhi.

Gambar IV 10. Grafik 3D Surface Respons Organoleptik Atribut Tekstur

Berdasarkan grafik tiga dimensi yang menunjukkan hubungan antara variabel bahan CMC (A), Gula Aren (B), dan Tepung Mocaf (C) terhadap respon

tekstur pada pasta kopi robusta, dapat dilihat bahwa perbedaan ketinggian permukaan menggambarkan nilai tekstur yang berbeda untuk setiap kombinasi bahan. Area dengan ketinggian rendah menunjukkan tekstur yang lebih lembek, sementara area dengan ketinggian tinggi menunjukkan tekstur yang lebih keras dan kenyal. Grafik ini menunjukkan bentuk cekung, yang mengindikasikan bahwa interaksi antar bahan mempengaruhi respon tekstur secara berbeda. Pada bagian bawah grafik, respon tekstur terlihat lebih rendah, terkait dengan interaksi bahan dengan nilai yang lebih rendah. Sedangkan pada puncak grafik yang berwarna merah, terlihat respon tekstur tertinggi, yang menunjukkan tekstur yang lebih padat dan disukai. Berdasarkan grafik tersebut, Run 5 terletak di bagian tengah grafik dan mendekati puncak merah, yang menunjukkan nilai tekstur tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi bahan yang digunakan dalam Run 5 menghasilkan tekstur terbaik pada pasta kopi robusta.

Carboxymethyl Cellulose (CMC) berpengaruh terhadap atribut tekstur pada pasta kopi robusta karena sifatnya sebagai hidrokoloid yang mampu menyerap air dan meningkatkan viskositas sistem. CMC membentuk jaringan koloid yang viskoelastis sehingga mampu mengikat air bebas dan memberikan konsistensi yang lebih kental, stabil, dan mudah dioles. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, peningkatan viskositas ini menghasilkan tekstur yang lebih padat, homogen, serta mengurangi kemungkinan sineresis selama penyimpanan. Dengan demikian, penambahan CMC membantu mempertahankan kestabilan fisik dan kualitas daya oles pasta kopi robusta, sekaligus meningkatkan penerimaan sensoris pada atribut tekstur (Whistler & BeMiller, 1997; Imeson, 2010; Nathania, 2018).

4.3. Optimasi Formulasi Terpilih

Optimasi formulasi pasta kopi robusta dilakukan setelah analisis seluruh respons pada tahap II. Formulasi terpilih merupakan formulasi optimal yang diprediksikan oleh *Design Expert* metode *Mixture* dengan model *D-Optimal* berdasarkan analisis terhadap respons fisik, dan organoleptik. Masing-masing nilai variabel respons yang diperoleh dari setiap Run (percobaan) dimasukkan ke dalam program *Design Expert 13*, selanjutnya program ini akan mengolah semua variabel

respons dari setiap formula dan memberikan beberapa solusi formulasi pasta kopi robusta yang sesuai dengan target optimasi yang diinginkan.

Penetapan goal dipilih berdasarkan nilai yang diinginkan pada setiap variabel berubah dan respon yang disesuaikan dengan kebutuhan yaitu *minimize*, *in range*, dan *maximize*. Nilai pembobotan atau *importance* dipilih berdasarkan atas kepentingan setiap variabel berubah dan respons yang yaitu di antaranya 1 (+) hingga 5 (+++++). Penetapan *goal* ini tidak boleh sembarang tapi harus ditentukan berdasarkan tingkat kepentingan dan dilihat dari sumber yang terpercaya. Nilai *importance* yang semakin besar akan mendapatkan produk yang paling optimum, namun akan sulit mendapatkan nilai *desirability* yang tinggi (Wahyudi, 2012).

Nilai *desirability* merupakan nilai fungsi dari tujuan optimasi yang menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan atas kriteria yang ditetapkan pada produk akhir. Nilai *desirability* menunjukkan tingkat seberapa terpenuhi atau mendekati titik optimum, nilai *desirability* yang mendekati 1 adalah nilai yang diharapkan (Montgomery, 2017). Nilai *desirability* berkisar dari 0 sampai 1, semakin mendekati 1 maka nilai *desirability* maka menunjukkan bahwa kemampuan program baik untuk menghasilkan produk yang dikehendaki semakin sempurna (Raissi & Farzani, 2009). Penetapan *goal* dan *importance* pada setiap

Variabel/Respon	Goal	Batas Bawah	Batas Atas	Importance
CMC	<i>In range</i>	1	2	3 (+++)
Gula Aren	<i>In range</i>	20	25	3(+++)
Tepung Mocaf	<i>In range</i>	1	5	3(+++)
Daya Oles	<i>Maximize</i>	4,26	7,98	5(+++++)
Rasa	<i>Maximize</i>	4,43	5,43	5(+++++)
Warna	<i>Maximize</i>	4,43	5,47	5(+++++)
Aroma	<i>Maximize</i>	3,8	4,17	5(+++++)
Tekstur	<i>Maximize</i>	3,5	4,17	5(+++++)

variabel berubah dan respons pada dilihat sebagai berikut.

Tabel IV 21. Goal dan Importance untuk Tahapan Optimasi Formulasi Pasti Kopi Robusta

Penentuan optimasi terpilih formulanya harus disesuaikan tingkat kepentingan (*importance*) dan capaian yang akan diraih (goals) dalam produk.

Dalam hal ini, pembuatan pasta kopi robusta memiliki capaian dan kepentingan yaitu variabel CMC dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* 3 (+++), gula aren dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* 3 (+++), dan tepung mocaf dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* 3 (+++). Nilai in range pada setiap variabel ditentukan oleh *software* yang tujuannya agar semua variabel memiliki pengaruh yang sama terhadap respon. Respons daya oles dioptimalkan dengan *goal maximize* dan tingkat *importance* 5 (+++++) untuk menghasilkan daya oles yang optimal pada produk. Daya oles pada pasta kopi robusta diharapkan dapat mencapai tingkat yang paling sesuai agar produk mudah diaplikasikan dan memberikan kenyamanan bagi konsumen saat digunakan. Daya oles ini sangat penting untuk menciptakan pengalaman pengguna yang baik, di mana tekstur dan konsistensi produk menjadi faktor utama dalam penilaian kualitas. Dengan daya oles yang tepat, pasta kopi robusta dapat meningkatkan penerimaan konsumen terhadap produk, sekaligus menjaga kualitas dan daya tahan produk dalam penggunaan sehari-hari. Untuk respon organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur) dioptimalkan dengan *goal maximize* dan *Importance* 5 (+++++), hal ini dilakukan dengan harapan produk pasta kopi robusta dapat memiliki kualitas terbaik yang dapat diterima dan disukai konsumen. Penentuan *goal maximize* ini bertujuan untuk memaksimalkan setiap atribut organoleptik, memastikan bahwa produk memiliki warna yang menarik, aroma yang kuat, rasa yang lezat, dan tekstur yang ideal. Dengan *Importance* yang tinggi, setiap aspek organoleptik ini menjadi faktor utama yang menentukan daya tarik produk di pasar. Pendekatan ini bertujuan untuk mencapai kualitas produk yang optimal, dengan memperhatikan bahwa setiap parameter organoleptik memainkan peran penting dalam meningkatkan pengalaman konsumen dan penerimaan terhadap produk.

Berdasarkan penetapan *goal* dan *importance* pada setiap variable berubah dan respons, maka solusi yang diberikan oleh program *design expert* adalah sebagai berikut:

Tabel IV 22. Hasil Prediksi Formulasi Pasta Kopi Robusta

No	CMC	Gula Aren	Tepung Mocaf	Daya Oles	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur	Desirability	
1	1.000	25.000	1.000	6.918	5.090	5.414	3.935	3.820	0.600	<i>Selected</i>
2	2.000	23.363	1.637	7.980	4.742	4.589	4.039	4.098	0.487	
3	1.136	20.864	5.000	7.980	4.716	4.614	4.102	3.845	0.463	
4	1.320	22.355	3.325	7.193	4.801	4.698	4.011	3.784	0.449	
5	1.295	21.959	3.745	7.980	4.773	4.664	4.009	3.780	0.449	

Formulasi optimal pada tabel di atas yaitu dipilih berdasarkan nilai *desirability* yang paling optimal dipilih berdasarkan nilai *desirability* yang paling terbesar dan mendekati angka 1. Nilai *desirability* formula optimal yaitu sekitar 0,600, dengan keterangan selected yang menunjukkan bahwa berdasarkan hasil optimasi yang telah dilakukan, proses paling optimal 1 yang memenuhi target optimasi yang diinginkan.

Formulasi optimal 1 selanjutnya dilanjutkan ke tahap verifikasi formulasi optimal berdasarkan hasil saran dari *design expert* karena memiliki nilai *desirability* tertinggi dan mendekati nilai 1. Solusi yang ditawarkan yaitu formulasi CMC sebesar 1,00%, gula aren sebesar 25,00% dan tepung mocaf sebesar 1,00%. Perbandingan hasil program *Design Expert* dengan hasil analisis laboratorium dan uji organoleptik bertujuan untuk mengukur nilai *desirability* yang dihasilkan oleh program ini, yang memiliki akurasi hampir sesuai. Berdasarkan data dihasilkan keduanya tidak berbeda jauh. Hal ini disebabkan karena aplikasi dapat memperkirakan hasil proses optimal yang ideal berdasarkan hasil analisis. Berikut ini perbandingan proses optimal dengan hasil analisis *design expert* metode *Respon Mixture D-Optimal* dengan hasil analisis sebagai berikut:

Tabel IV 23. Hasil Tahapan Verifikasi Setiap Respon

Respon	Hasil Analisis	Prediksi Design Expert	95% PI Low	95% PI High
Daya Oles	7,1	6,91823	4,66959	9,16687
Rasa	5,2	5,08971	4,35312	5,82631
Warna	5,4	5,41365	4,41413	6,41317
Aroma	4,13	3,93457	3,00145	4,8677
Tekstur	3,9	3,82012	3,3985	4,24174

Keterangan: 95% PI (*Prediction Interval*)

Berdasarkan pada tabel verifikasi formula optimal yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa hasil verifikasi masih sesuai dengan prediksi yang telah ditentukan oleh program *Design Expert* 13. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis laboratorium dari keseluruhan respons memiliki nilai yang memenuhi 95% *Prediction Interval* (PI). Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa model yang di dapat sudah sesuai. Menurut Pramudi et al (2018) apabila hasil verifikasi masih berada pada kisaran *Confident Interval* (CI) atau *Prediction Interval* (PI) 95%, maka model tersebut sesuai dengan yang ditunjukkan oleh *software* sehingga bisa diaplikasikan pada *real* produksi di lapangan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai: (1) Kesimpulan, (2) Saran

5.1 Kesimpulan

Program *Design Expert* 13 metode *Mixture D-Optimal* dapat digunakan untuk menentukan Formulasi terbaik pasta kopi robusta dengan tiga variabel berubah yaitu CMC, gula aren dan tepung mocaf. Formulasi yang dihasilkan oleh program ini yaitu berjumlah 14 percobaan atau Run. Jumlah percobaan sebanyak 14 kali yang dihasilkan oleh program *Design Expert* dilakukan analisis pada setiap respons fisik, dan organoleptik. Formulasi optimal pada produk pasta kopi robusta adalah dengan formulasi CMC sebesar 1,00%, gula aren 25,00% dan tepung mocaf sebesar 1,00%. Berdasarkan formulasi tersebut dihasilkan nilai *desirability* sebesar 0,600, nilai ini menunjukkan bahwa mendekati target optimasi yang diinginkan.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan penulis untuk penelitian lanjutan mengenai optimasi formula pasta kopi robusta adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengujian kimia pada formula pasta kopi robusta untuk menganalisis komponen – komponen yang terdapat di dalam produk.
2. Perlu dilakukan uji pH pada penelitian tahap I dan penelitian tahap II untuk mengidentifikasi pengaruh variasi pH terhadap kualitas dan kestabilan produk pasta kopi robusta yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. (2017). *Optimalisasi formulasi bumbu nasi kuning serbuk dengan program Design Expert metode Mixture D-Optimal*. Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan, Bandung.
- Amalia, M., Raharjo, D., & Priyono, S. (2019). *Pengaruh konsentrasi ekstrak kunyit dan lama perendaman terhadap daya simpan kerupuk basah*. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 273–280. <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.23549>
- Anis, M. (2023). *Pengaruh penggunaan gula aren terhadap karakteristik fisikokimia selai kopi*. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(1), 45–52.
- Apriyantono, A., Nurhayati, K., & Budiyanto, S. (1989). *Kimia pangan dan gizi*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Azmin, S., Zainudin, M. A., & Sulaiman, R. (2021). *Characterization of mocaf flour in bakery applications*. *Food Science Journal*, 12(2), 115–123.
- Bas, D., & Boyaci, I. H. (2007). *Modeling and optimization I: Usability of response surface methodology*. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 836–845.
- Clegg, K. M. (1995). *The chemistry of food carbohydrates*. London: Springer.
- Danarti, S., & Najiyati, S. (2004). *Bertanam kopi secara intensif*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Darwin, H. (2013). *Teknologi gula dan produk turunannya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- De Man, J. M. (1997). *Prinsip-prinsip ilmu pangan*. Jakarta: UI Press.
- Desrosier, N. W. (1988). *Technology of food preservation*. New York: AVI Publishing Company.
- Dranca, F., & Oroian, M. (2018). *Extraction, purification and characterization of pectin from alternative sources with potential food uses – A review*. *Food Hydrocolloids*, 81, 700–711.
- Dwi Fibrita, A. (2019). *Pengaruh penggunaan starter lokal pada fermentasi tape singkong*. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(2), 123–131.
- Dwiloka, B. (2024). *Pengaruh marination with red ginger terhadap kualitas daging kering*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 12(4), 184–194. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2024.012.04.1>

- Esquivel, P., & Jiménez, V. M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2), 488–495.
- Farris, S., Introzzi, L., & Piergiovanni, L. (2014). Applications of edible coatings and films. *Trends in Food Science & Technology*, 31(2), 79–91.
- Fitria, N. (2013). CMC dan aplikasinya dalam industri pangan dan farmasi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 7(2), 45–56.
- González-Tello, P., Camacho, F., Jurado, E., Páez, M. P., & Guadix, E. M. (2007). Enzymatic hydrolysis of whey proteins. *Journal of Food Engineering*, 80(2), 479–489.
- Hidayati, N. (2018). Pengaruh proporsi bayam dengan tepung terigu terhadap kadar Fe, sifat fisik dan organoleptik mie basah. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 2(2), 31–38. <https://doi.org/10.26714/jpg.2.2.2011.31-38>
- Johnson, C. (2007). *Hydrocolloids in food processing*. New York: CRC Press.
- Kartika, B., Hastuti, P., & Supartono, W. (1988). *Pedoman uji inderawi bahan pangan*. Yogyakarta: Pusat Analisis dan Uji Program (PAU), UGM.
- Kumar, P., Sharma, N., Ranjan, R., Kumar, S., & Bhat, Z. F. (2020). Effect of hydrocolloids on texture and shelf life of food products. *Food Hydrocolloids*, 99, 105–122.
- May, J. M. (1990). *Teori dasar struktur pangan dan aplikasi teknologi*. Jakarta: Gramedia.
- Mildayanto, A., & Yuwono, S. (2014). Inovasi pangan bakar dari ubi ungu: fermentasi dan pektinasi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 10(1), 55–62.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments* (9th ed.). New York: Wiley.
- Muchtadi, T. R. (1997). *Ilmu pengetahuan bahan pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Nafisah, D., Santoso, U., & Setiani, B. E. (2018). Pengaruh penggunaan mocaf terhadap karakteristik sensori produk bakery. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 11(2), 67–74.
- Oktaviani, R., & Ulilalbab, A. (2020). Pengaruh variasi konsentrasi ekstrak kayu manis terhadap stabilitas pektin. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(3), 150–158.
- Pangestuti, R., & Darmawan, D. (2021). Aplikasi hydrocolloid dalam produk probiotik: efisiensi dan tekstur. *Jurnal Teknologi Pangan*, 19(1), 10–18.

- Pertiwi, R. (2015). Pemanfaatan tepung mocaf sebagai bahan baku mie instan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 6(1), 12–19.
- Rahardjo, P. (2012). *Kopi: sejarah, botani, proses produksi, pengolahan, produk*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rahardjo, P. (2017). *Panduan budidaya dan pengolahan kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Raissi, S., & Farzani, R. (2009). Statistical process optimization through multi-response surface methodology. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 49, 267–271.
- Schoelkopf, J., Müller, T., & Schneider, R. (2017). Thermal behavior of coffee paste under hydrocolloid addition. *Journal of Food Engineering*, 200, 123–130.
- Sidrotullah, A., Putri, R., & Kurniawan, A. (2019). Pengaruh variasi gula aren terhadap kualitas pangan olahan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(2), 55–63.
- Sigit, R., Santoso, E., & Hidayat, L. (2010). Kajian efek penambahan tepung singkong pada makanan tradisional. *Jurnal Pertanian*, 8(1), 100–108.
- Soekarto, S. T. (1990). *Penilaian organoleptik untuk industri pangan dan hasil pertanian*. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- SNI. (1995). *SNI 01-2891-1992: Cara uji makanan dan minuman*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Srianta, I., Wahyuni, N., & Asri, E. (2012). Karakterisasi pangan lokal dari pandan wangi sebagai bahan pangan fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(1), 45–52.
- Suloi, M., Rahmawati, D., & Setiawan, R. (2019). Characteristics of robusta coffee paste with addition of hydrocolloids. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1), 23–31.
- Thakur, B. R., Singh, R. K., & Handa, A. K. (1997). Chemistry and uses of pectin – A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(1), 47–73.
- Winarmo, G. (1997). *Pengantar teknologi pangan*. Jakarta: UI Press.
- Zulkarnain, A. (2019). Potensi mocaf sebagai bahan pangan lokal. *Jurnal Pangan Lokal*, 8(2), 99–105.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Pengujian Daya Oles (Yuwono dan Tri, 1998)

1. Dua lembar kaca berukuran 20 cm x 5 cm x 2 mm direkatkan pada bidang oles (kaca) sehingga jarak antar dua lembar kaca tersebut 2 cm.
2. Sampel sebanyak 3g diratakan sepanjang 2 cm pada ujung pisau oles.
3. Sampel dioleskan pada bidang oles hingga jarak terjauh yang dapat dicapai.
4. Jarak terjauh adalah jarak yang dapat dicapai sampel tanpa terputusnya olesan. Jarak terjauh yang dapat dicapai sampel diukur dengan mistar.

Lampiran 2. Metode Analisis Uji Organoleptik

Uji Mutu Hedonik

Sumber	: Garnida, 2020
Prinsip	: Berdasarkan penilaian panelis terhadap sifat organoleptik produk dengan menganalisa tingkat kesukaan menggunakan skala mutu hedonik. Penilaian ini melibatkan pengukuran intensitas spesifik dari rasa, aroma, warna, dan tekstur produk. Setiap panelis memberikan penilaian dengan skala yang menggambarkan intensitas karakteristik tertentu, seperti rasa sangat manis, aroma khas kopi, warna sangat coklat dan tekstur sangat kental
Prosedur	: Penilaian dilakukan oleh panelis dengan menguji setiap sampel berdasarkan skala mutu hedonik yang telah ditentukan. Panelis memberikan penilaian terhadap intensitas spesifik dari sifat organoleptik produk. Setiap penilaian diberikan nilai dari 1 hingga 6, sesuai dengan tingkat intensitas kesukaan atau ketidaksukaan panelis terhadap karakteristik produk yang diuji. Hasil penilaian kemudian ditransformasi ke dalam skala numerik yang menaik sesuai dengan tingkat kesukaan.

Lampiran 3. Formulir Pengujian Organoleptik dengan Uji Mutu Hedonik

FORMULIR PENGUJIAN UJI MUTU HEDONIK

Nama Produk : Pasta Kopi Robusta

Nama Panelis :

Tanggal Pengujian :

Tanda Tangan :

Intruksi : Berikan penilaian pada atribut di bawah ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada skala mutu hedonik sesuai dengan penilaian saudara terhadap sampel.

Atribut	Skala Penilaian		Kode Sampel						
			560	517	774	623	842	605	758
Warna	1	Sangat tidak coklat							
	2	Tidak coklat							
	3	Agak tidak coklat							
	4	Agak coklat							
	5	Coklat							
	6	Sangat coklat							
Aroma	1	Sangat tidak khas kopi							
	2	Tidak khas kopi							
	3	Agak tidak khas kopi							
	4	Agak khas kopi							
	5	Khas kopi							
	6	Sangat khas kopi							
Tekstur	1	Sangat tidak kental							
	2	Tidak kental							
	3	Agak tidak kental							
	4	Agak kental							
	5	Kental							
	6	Sangat kental							
Rasa	1	Sangat tidak manis							
	2	Tidak manis							
	3	Agak tidak manis							
	4	Agak manis							
	5	Manis							
	6	Sangat manis							

Atribut	Skala Penilaian		Kode Sampel						
			410	240	832	661	755	126	850
Warna	1	Sangat tidak coklat							
	2	Tidak coklat							
	3	Agak tidak coklat							
	4	Agak coklat							
	5	Coklat							
	6	Sangat coklat							
Aroma	1	Sangat tidak khas kopi							
	2	Tidak khas kopi							
	3	Agak tidak khas kopi							
	4	Agak khas kopi							
	5	Khas kopi							
	6	Sangat khas kopi							
Tekstur	1	Sangat tidak kental							
	2	Tidak kental							
	3	Agak tidak kental							
	4	Agak kental							
	5	Kental							
	6	Sangat kental							
Rasa	1	Sangat tidak manis							
	2	Tidak manis							
	3	Agak tidak manis							
	4	Agak manis							
	5	Manis							
	6	Sangat manis							

Lampiran 4. Formulir Uji Mutu Hedonik Verifikasi Formula Optimal

FORMULIR UJI MUTU HEDONIK

Nama Produk : Pasta Kopi Robusta

Nama Panelis :

Tanggal Pengujian :

Paraf Panelis :

Petunjuk Pengisian : Berikan penilaian pada atribut di bawah ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada skala mutu hedonik sesuai dengan penilaian Saudara terhadap sampel.

Atribut	Skala Penilaian		Sampel Pasta Kopi Robusta
Warna	1	Sangat tidak coklat	
	2	Tidak coklat	
	3	Agak tidak coklat	
	4	Agak coklat	
	5	Coklat	
	6	Sangat coklat	
Aroma	1	Sangat tidak khas kopi	
	2	Tidak khas kopi	
	3	Agak tidak khas kopi	
	4	Agak khas kopi	
	5	Khas kopi	
	6	Sangat khas kopi	
Tekstur	1	Sangat tidak kental	
	2	Tidak kental	
	3	Agak tidak kental	
	4	Agak kental	
	5	Kental	
	6	Sangat kental	
Rasa	1	Sangat tidak manis	
	2	Tidak manis	
	3	Agak tidak manis	
	4	Agak manis	
	5	Manis	
	6	Sangat manis	

Lampiran 5. Kebutuhan Analisis dan Kebutuhan Bahan Baku

Tabel Lampiran 1. Kebutuhan Analisis per Formulasi

Analisis	Ulangan	Jumlah Sampel (g)	Total (g)
Daya Oles	2	3	6
Organoleptik	30	15	450
Total Keseluruhan			456

Tabel Lampiran 2. Kebutuhan Bahan Baku

Basis: 500 g

Formulasi	Bahan Baku	%	Kebutuhan (gram)
1	CMC	1,96	9,80
	Gula Aren	23,29	116,45
	Tepung Mocaf	1,76	8,80
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
2	CMC	1,00	5,00
	Gula Aren	23,56	116,45
	Tepung Mocaf	2,44	12,20
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
3	CMC	1,25	6,25
	Gula Aren	24,75	123,75
	Tepung Mocaf	1,00	5,00
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
4	CMC	2,00	10,0
	Gula Aren	20,98	104,90
	Tepung Mocaf	4,02	20,01
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
5	CMC	2,00	10,0
	Gula Aren	24,00	120,0
	Tepung Mocaf	1,00	5,00
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00

Formulasi	Bahan Baku	%	Kebutuhan (gram)
6	CMC	1,55	7,75
	Gula Aren	22,14	110,7
	Tepung Mocaf	3,30	16,5
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
7	CMC	1,00	5,00
	Gula Aren	21,00	105,0
	Tepung Mocaf	5,00	25,0
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
8	CMC	1,00	5,00
	Gula Aren	23,56	117,8
	Tepung Mocaf	2,44	12,2
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
9	CMC	1,27	6,35
	Gula Aren	24,05	120,25
	Tepung Mocaf	1,67	8,35
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
10	CMC	2,00	10,0
	Gula Aren	20,00	100,0
	Tepung Mocaf	5,00	25,0
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
Formulasi	Bahan Baku	%	Kebutuhan (gram)
11	CMC	1,00	5,00
	Gula Aren	21,82	109,1
	Tepung Mocaf	4,18	20,9
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00

12	CMC	2,00	10,0
	Gula Aren	20,00	100,0
	Tepung Mocaf	5,00	25,0
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
13	CMC	1,93	9,65
	Gula Aren	22,57	112,85
	Tepung Mocaf	2,50	12,5
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00
14	CMC	1,00	5,00
	Gula Aren	21,0	105
	Tepung Mocaf	5,00	25,0
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40,0
Total		100,00	500,00

Lampiran 6. Biaya Penelitian

Tabel Lampiran 3. Perkiraan Biaya Bahan Baku

Bahan Baku	Jumlah yang dibutuhkan (g)	Jumlah sediaan di pasaran	Biaya (rupiah)
Kopi Robusta	303	100.000/kg	30.300
Tepung Mocaf	221,55	32.700/500g	13.681
CMC	104,8	44.000/50g	92.224
Gula Aren Cair	1563,6	52.000/L	82.087
Total			219.854

Tabel Lampiran 4. Biaya Analisis Penelitian

Analisis	Jumlah Perlakuan		Harga Satuan	Harga Total
	Ulangan 1	Ulangan 2		
Daya Oles	15	15	-	-
Hedonik	30	-	0	0
Total				0
Biaya Laboratorium			250.000	250.000
Total				250.000

Tabel Lampiran 5. Total Biaya Keseluruhan Penelitian

Total Biaya Kegiatan Penelitian	Jumlah (rupiah)
Biaya Bahan Baku	219.854
Biaya Analisis Penelitian	250.000
Total	469.854

Lampiran 7. Data Hasil Penelitian Tahap II

- a. Hasil Analisis Respon Fisik
Daya Oles

Tabel Lampiran. Hasil Analisis Respon Daya Oles

Sampel	Ulangan	Daya Oles (cm)	Rata-Rata Daya Oles (cm)
F1	1	6,87	7,07
	2	7,27	
F2	1	4,1	4,3
	2	4,5	
F3	1	4,06	4,26
	2	4,46	
F4	1	7,78	7,98
	2	8,18	
F5	1	6,95	7,15
	2	7,35	
F6	1	6,85	7,05
	2	7,25	
F7	1	4,11	4,31
	2	4,51	
F8	1	4,1	4,3
	2	4,5	
F9	1	4,08	4,28
	2	4,48	
F10	1	4,64	4,84
	2	5,04	
F11	1	4,2	4,4
	2	4,6	
F12	1	4,64	4,84
	2	5,04	
F13	1	7,12	7,32
	2	7,52	
F14	1	4,64	4,84
	2	5,04	

b. Hasil Analisis Respon Mutu Hedonik

1) Rasa

Tabel Lampiran. Hasil Analisis Respon Mutu Hedonik Atribut Rasa

Panelis	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
1	6	7	6	5	5	5	5	4	3	3	4	3	4	5
2	6	6	5	5	3	5	5	5	5	4	5	4	6	5
3	5	5	6	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	3
4	4	6	4	5	4	5	4	5	5	5	6	5	6	5
5	5	4	6	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4
6	5	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	3	6	4
7	6	6	4	4	5	6	5	5	5	5	5	4	5	4
8	5	6	6	5	5	5	3	5	5	5	6	4	6	5
9	5	5	6	4	4	5	3	5	5	6	6	5	5	2
10	5	5	6	3	5	5	5	3	5	5	6	4	5	3
11	4	6	5	5	3	6	3	3	4	5	5	5	6	5
12	5	6	7	5	3	5	5	5	4	5	5	5	4	6
13	5	6	6	6	5	5	5	6	4	4	4	3	6	5
14	5	5	4	5	5	5	5	3	5	4	4	5	6	3
15	5	6	5	5	5	4	6	5	5	2	5	4	5	3
16	6	6	6	5	4	5	5	6	3	5	3	5	6	5
17	5	6	6	6	5	5	4	5	5	6	5	6	4	5
18	5	6	5	6	5	6	5	5	5	4	4	6	5	6
19	5	5	4	4	5	5	3	5	4	3	5	5	5	4
20	4	5	4	5	4	4	5	6	5	4	6	5	6	5
21	4	6	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	6	4
22	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5
23	5	4	5	3	6	5	4	5	3	5	4	4	4	4
24	3	5	5	3	5	4	5	4	3	3	4	5	6	6
25	3	7	6	4	4	4	4	4	5	5	6	4	5	4
26	5	4	6	5	5	5	5	5	5	3	5	4	6	4
27	6	5	6	3	5	5	6	2	5	4	6	5	6	5
28	5	6	4	4	6	6	5	4	5	4	5	5	5	5
29	4	6	6	3	5	5	4	5	5	5	5	5	6	4
30	5	6	6	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	5
Jumlah	146	164	161	137	139	148	138	139	136	134	149	139	159	133
Rata-Rata	4,87	5,47	5,37	4,57	4,63	4,93	4,6	4,63	4,53	4,47	4,97	4,63	5,3	4,43

2) Warna

Tabel Lampiran. Hasil Analisis Respon Mutu Hedonik Atribut Warna

Panelis	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
1	5	6	6	5	5	5	5	4	5	4	4	5	6	4
2	6	6	5	5	3	5	5	5	4	5	5	4	6	5
3	5	5	6	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5
4	4	6	4	5	4	5	4	5	5	6	5	5	6	5
5	5	4	6	5	4	5	5	4	5	5	5	2	4	5
6	5	4	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	4
7	6	6	4	4	5	6	5	2	5	2	5	5	5	2
8	5	6	6	5	5	5	5	5	5	6	2	5	6	5
9	5	5	6	4	7	5	3	5	6	6	5	5	5	5
10	5	5	6	3	5	5	5	3	5	6	5	4	6	2
11	4	6	5	5	3	6	3	3	5	5	4	5	6	5
12	5	6	7	5	3	5	5	5	5	5	4	5	7	5
13	5	6	6	6	5	5	5	6	4	4	4	3	6	5
14	2	5	4	2	5	5	5	5	4	4	5	5	6	5
15	5	6	5	5	5	4	6	5	5	5	5	4	6	3
16	6	6	6	5	4	5	5	6	5	5	5	5	6	3
17	5	6	6	6	5	5	4	5	6	5	5	6	4	3
18	5	6	5	6	5	6	5	5	4	4	5	6	5	5
19	5	5	4	4	2	5	3	5	4	2	4	2	5	4
20	4	5	4	5	2	2	5	6	5	6	5	5	6	5
21	4	6	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	6	5
22	5	4	5	5	5	5	2	5	2	5	5	5	4	5
23	5	4	5	3	6	5	5	5	5	5	3	4	4	6
24	3	5	5	3	5	4	5	4	3	5	3	5	6	5
25	3	7	6	4	7	4	4	4	5	6	5	4	5	5
26	5	4	6	5	5	5	5	5	3	5	5	4	6	5
27	6	5	6	3	5	5	6	5	4	6	2	5	6	6
28	5	6	4	4	6	6	5	4	4	5	5	5	5	4
29	4	6	6	3	5	5	5	5	5	5	5	5	6	4
30	5	6	6	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	4
Jumlah	142	163	161	134	140	147	139	141	138	147	133	139	166	134
Rata-Rata	4,73	5,43	5,37	4,47	4,67	4,9	4,63	4,7	4,6	4,9	4,43	4,63	5,53	4,47

3) Aroma

Tabel Lampiran. Hasil Analisis Respon Mutu Hedonik Atribut Aroma

Panelis	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
1	3	2	1	3	5	4	3	5	4	2	5	5	4	4
2	3	4	1	4	3	6	4	3	3	4	5	3	2	6
3	4	4	2	3	5	3	4	6	2	3	2	2	4	6
4	2	2	4	1	3	4	3	4	4	5	1	4	3	6
5	3	5	3	2	6	5	5	6	5	4	1	3	5	4
6	4	5	3	2	4	5	3	3	4	4	3	6	5	6
7	3	6	5	3	3	2	3	3	2	3	6	4	4	3
8	4	5	2	3	3	6	6	4	3	4	2	4	3	4
9	2	2	3	4	3	4	4	4	5	3	5	5	4	5
10	3	2	4	5	3	3	4	1	6	3	6	4	5	1
11	4	2	5	2	3	6	3	2	5	3	6	4	4	4
12	6	5	3	2	3	4	4	5	3	4	6	3	5	5
13	5	4	4	6	3	5	3	2	2	5	6	3	4	4
14	4	4	5	5	5	5	4	6	6	4	5	3	2	1
15	5	3	3	6	6	5	5	4	2	5	3	5	6	5
16	4	3	2	5	6	3	5	3	5	6	4	3	6	5
17	4	4	5	6	4	1	4	5	4	6	5	6	2	3
18	6	4	3	4	5	4	6	6	2	6	3	1	6	5
19	5	6	5	6	3	4	2	5	5	4	4	4	5	6
20	6	3	4	5	2	2	5	5	3	5	4	5	3	6
21	4	3	6	6	2	5	3	5	2	3	2	2	4	5
22	4	6	5	6	5	4	3	2	6	3	5	2	5	5
23	3	5	6	3	4	2	4	5	4	4	2	6	3	4
24	4	5	5	3	3	5	4	2	3	3	3	4	4	4
25	3	3	4	6	2	2	5	3	4	4	3	2	5	2
26	3	2	5	5	6	4	6	5	5	5	4	4	3	2
27	6	5	6	3	4	4	5	5	5	3	6	5	3	4
28	5	1	5	1	4	6	2	2	2	5	4	5	5	2
29	5	5	6	4	2	4	6	3	6	5	4	4	5	2
30	4	6	4	4	4	5	6	4	6	4	5	6	6	3
Jumlah	121	116	119	118	114	122	124	118	118	122	120	117	125	122
Rata-Rata	4,03	3,87	3,97	3,93	3,80	4,07	4,13	3,93	3,93	4,07	4,00	3,90	4,17	4,07

4) Tekstur

Tabel Lampiran. Hasil Analisis Respon Mutu Hedonik Atribut Tekstur

Panelis	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
1	3	5	6	5	6	3	1	5	5	4	1	5	5	2
2	4	2	2	3	5	4	4	3	1	3	4	5	5	3
3	4	3	1	5	5	6	5	4	2	6	1	3	2	5
4	5	5	6	2	6	3	4	4	2	6	3	5	4	2
5	6	2	6	4	5	3	2	3	2	2	3	3	3	5
6	3	2	5	6	4	4	4	5	2	4	6	3	2	2
7	4	4	5	6	6	5	3	4	5	6	6	1	5	2
8	5	4	3	4	4	4	2	2	4	2	6	3	5	4
9	4	4	6	3	6	3	3	5	5	5	1	2	5	5
10	2	4	4	5	6	3	5	3	6	3	2	1	2	4
11	5	2	3	3	5	6	6	3	5	4	2	1	6	6
12	5	5	6	2	6	4	4	4	4	4	4	2	6	3
13	4	4	1	3	2	3	4	3	5	4	3	5	5	5
14	6	6	3	3	3	4	3	5	5	4	6	5	5	5
15	4	5	5	2	4	2	4	2	6	4	6	3	4	5
16	3	5	5	4	3	3	5	5	6	4	1	2	3	6
17	4	3	5	3	5	3	2	2	4	3	3	3	2	2
18	4	2	1	6	2	3	5	4	2	1	1	1	6	6
19	3	6	5	4	4	3	6	2	4	6	5	2	6	6
20	4	2	3	5	1	5	2	4	3	5	6	5	3	2
21	3	5	5	3	2	4	5	3	2	1	3	3	5	5
22	2	4	2	1	4	3	3	2	2	5	5	4	4	3
23	5	6	3	5	3	5	2	5	4	2	6	4	2	3
24	6	3	2	4	4	3	1	4	4	2	3	3	2	5
25	6	2	5	4	2	2	4	6	6	2	2	6	3	1
26	3	3	5	5	3	6	5	5	5	5	3	6	2	5
27	2	5	2	2	5	5	5	4	4	2	4	4	2	5
28	4	6	2	4	5	4	6	5	3	5	4	4	5	6
29	6	1	2	2	5	3	5	4	5	4	6	6	4	6
30	5	6	6	4	4	4	5	4	4	6	5	5	5	3
Jumlah	124	116	115	112	125	113	115	114	117	114	111	105	118	122
Rata-Rata	4,13	3,87	3,83	3,73	4,17	3,77	3,83	3,80	3,90	3,80	3,70	3,50	3,93	4,07

Lampiran 8. Data Analisis Verifikasi Formula Optimal

a. Kebutuhan Bahan Baku Formulasi Optimal

Basis = 500 gram

Tabel Lampiran. Kebutuhan Bahan Baku Formulasi Optimal Hasil Prediksi
Design Expert

Sampel	Bahan Baku	%	Kebutuhan (gram)
Formulasi Optimal	CMC	1,00	5
	Gula Aren	25,0	125
	Tepung Mocaf	1,00	5
	Ekstrak Kopi Robusta	65,0	325
	Air	8,00	40
		100	500

b. Data Hasil Analisis Verifikasi Optimal

1. Daya Oles

Tabel Lampiran. Data Hasil Analisis Daya Oles Formulasi Optimal

Sampel	Ulangan	Daya Oles (cm)	Rata-Rata Daya Oles (cm)
Pasta Kopi Robusta	1	7,0	7,1
	2	7,2	

2. Uji Mutu Hedonik

Tabel Lampiran. Data Hasil Analisis Uji Mutu Hedonik Formulasi Optimal

Panelis	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur
1	5	6	6	3
2	4	5	2	4
3	6	6	1	5
4	6	4	3	4
5	6	6	3	4
6	4	4	4	2
7	5	5	5	3
8	5	5	3	3
9	6	6	2	2

Panelis	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur
10	6	6	4	5
11	5	6	5	4
12	4	6	3	4
13	6	6	4	6
14	6	5	5	3
15	5	6	3	4
16	6	6	3	5
17	5	6	5	5
18	4	6	2	2
19	5	5	4	6
20	6	5	5	2
21	6	6	6	5
22	4	4	5	2
23	4	4	6	3
24	6	5	5	1
25	5	6	4	5
26	6	4	5	4
27	6	5	6	5
28	5	6	5	6
29	4	6	6	5
30	5	6	4	5
Jumlah	156	162	124	117
Rata-Rata	5,2	5,4	4,133333	3,9

Lampiran 9. Dokumentasi Pembuatan Pasta Kopi Robusta

Keterangan	Foto
Pembuatan ekstrak kopi robusta	
Penimbangan dan persiapan bahan pembuatan pasta kopi robusta	
Pencampuran I (larutkan CMC dan tepung mocaf ke dalam air sesuai formulasi) tambahkan campuran kedua larutan tersebut ke dalam ekstrak kopi robusta	

Keterangan	Foto
Pencampuran II (Tambahkan gula aren)	
Pemasakan (masak selama 15 menit pada suhu 70°C)	
Spoon Test (lakukan spoon test menggunakan sendok)	

**Lampiran 10. Dokumentasi Analisis Pengujian Respon Fisik dan Respon
Mutu Hedonik**

Pengujian	Foto
Daya Oles	
Mutu Hedonik	