

**OPTIMALISASI FORMULASI *FOOD BAR* BERBASIS
TEPUNG MILLET, TEPUNG KACANG HIJAU, TEPUNG MOCAF
MENGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT*
METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

Lutfiah Nur Azizah

21.302.0046



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2025

**OPTIMALISASI FORMULASI *FOOD BAR* BERBASIS
TEPUNG MILLET, TEPUNG KACANG HIJAU, TEPUNG MOCAF
MENGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT*
METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir

Program Studi Teknologi Pangan

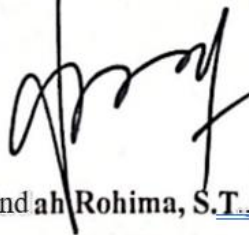
Oleh :

Lutfiah Nur Azizah

21.302.0046

Menyetujui :

Dosen Pembimbing



(Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si.)

**OPTIMALISASI FORMULASI *FOOD BAR* BERBASIS
TEPUNG MILLET, TEPUNG KACANG HIJAU, TEPUNG MOCAF
MENGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT*
METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Sidang Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

Lutfiah Nur Azizah

21.302.0046

Mengetahui :

Koordinator Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Pangan
Fakultas Teknik
Universitas Pasundan



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

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Fakultas dan Universitas, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Pasundan. Referensi keperpustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia sebagai berikut:

Azizah, N, A., (2025). Optimalisasi Formulasi *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, Tepung Mocaf Menggunakan Program *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal*. Bandung, Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

Dan dalam Bahasa Inggris sebagai berikut:

Azizah, N. A. (2025). *Optimization of Food Bar Formulation Based on Millet Flour, Mung Bean Flour, Mocaf Flour Using Design Expert with Mixture D-Optimal Method*. Bandung: Faculty of Engineering, Universitas Pasundan.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

ABSTRAK

OPTIMALISASI FORMULASI *FOOD BAR* BERBASIS TEPUNG MILLET, TEPUNG KACANG HIJAU, TEPUNG MOCAF MENGGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL*

Oleh

Lutfiah Nur Azizah

NPM : 213020146

(Program Studi Teknologi Pangan)

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf menggunakan metode *Mixture Design D-Optimal* pada program *Design Expert*. Ketiga tepung lokal tersebut berperan dalam meningkatkan kandungan gizi, tekstur, serta mutu keseluruhan produk *food bar*.

Rancangan penelitian melibatkan tiga komponen utama, yaitu tepung millet (A), tepung kacang hijau (B), dan tepung mocaf (C), dengan respon yang diamati meliputi kadar air, serat, protein, lemak, dan tingkat kesukaan panelis. Analisis menggunakan *Design Expert* menghasilkan model terbaik dan formulasi optimum berdasarkan nilai *desirability function*.

Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf mampu menghasilkan *food bar* dengan karakteristik kimia dan organoleptik yang baik. Didapatkan formulasi optimal dengan proporsi tepung millet sebesar 25%, tepung kacang hijau sebesar 17,02%, dan tepung mocaf sebesar 17,97% dengan nilai *desirability* sebesar 0,616. Produk yang dihasilkan memenuhi karakteristik standar serta memiliki tingkat penerimaan panelis yang tinggi, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan fungsional berbasis bahan lokal.

Kata kunci: *Food bar*, tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf, *Design Expert*, *Mixture D-Optimal*

ABSTRACT

Optimization of Food Bar Formulation Based on Millet Flour, Mung Bean Flour, Mocaf Flour Using Design Expert with Mixture D-Optimal Method

By

Lutfiah Nur Azizah

NPM : 213020146

(Departement of Food Technology)

This study aims to optimize the formulation of a food bar made from millet flour, mung bean flour, and mocaf flour using the Mixture Design D-Optimal method in Design Expert software. These three local flours contribute to improving the nutritional content, texture, and overall quality of the food bar product.

The study design involved three main components—millet flour (A), mung bean flour (B), and mocaf flour (C)—with observed responses including moisture content, fiber, protein, fat, and panelists' preference levels. Analysis using Design Expert generated the best-fit model and optimal formulation based on the desirability function.

The results demonstrated that the combination of millet flour, mung bean flour, and mocaf flour produced a food bar with desirable chemical and organoleptic characteristics. The optimal formulation was obtained with 25% millet flour, 17.02% mung bean flour, and 17.97% mocaf flour, resulting in a desirability value of 0.616. The resulting product met acceptable quality characteristics and showed high panelist acceptability, indicating its potential for development as a functional food product based on local ingredients.

Keywords: food bar, millet flour, mung bean flour, mocaf flour, Design Expert, Mixture D-Optimal

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah memberikan petunjuk, rahmat serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“OPTIMALISASI FORMULASI *FOOD BAR* BERBASIS TEPUNG MILLET, TEPUNG KACANG HIJAU, TEPUNG MOCAF MENGGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL*”**.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat sidang akhir program studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, saya banyak mendapatkan bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si. selaku Dosen Pembimbing saya yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberi arahan serta saran kepada penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Dian Risdianto, M.T. selaku dosen penguji 1 dan Bapak Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Sc. selaku dosen penguji 2 yang telah bersedia memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Rizal Maulana Ghaffar, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir dan Sidang Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung.
4. Kedua orang tua yakni Ayah Sudirman dan Ibu Sri Sumarsih yang selama ini tidak henti-hentinya memberikan doa, restu, nasihat, perhatian, semangat dan kasih sayang kepada penulis.
5. Adik Muhammad Rizky yang selama ini tidak henti-hentinya selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.

6. Muhammad Fikri Ramdhani, sebagai pasangan saya yang selalu menjadi *support system* yang selama ini memberikan dukungan dalam membantu penelitian ini dan senantiasa mengingatkan penulis sehingga penulis tetap bersemangat dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
7. Nurul Cahya Febriany, sebagai sahabat saya yang turut memberikan semangat, saran, informasi, dan menemani penulis selama masa perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
8. Keluarga besar yang selama ini tidak henti-hentinya memberikan doa, restu, perhatian, semangat dan kasih sayang kepada penulis.
9. Teman-teman saya lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang turut memberikan dukungan, semangat, saran perhatian kepada penulis selama menyelesaikan laporan tugas akhir.
10. Lutfiah Nur Azizah yaitu diri saya sendiri terima kasih atas kerja keras, semangat, yang telah berjuang sejauh ini, serta tidak pernah menyerah dalam mengerjakan penyusunan tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran dari semua pihak untuk menyempurnakan laporan ini, dan penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak.

Bandung, November 2025

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian ..	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.4 Manfaat Penelitian.....	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.5 Kerangka Penelitian	Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.
1.6 Hipotesis Penelitian.....	7
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 <i>Food Bar</i>	8
2.2 Tepung Millet.....	11
2.3 Tepung Kacang Hijau.....	12
2.4 Tepung Mocaf	14
2.5 <i>High Fructose Corn Syrup</i> (HFCS).....	16
2.6 Kacang Tanah.....	17
2.7 Kismis.....	19
2.8 Margarin	21
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	23
3.1.1 Bahan Penelitian.....	23
3.1.2 Alat Penelitian.....	23
3.2 Metode Penelitian.....	23
3.2.1 Rancangan Analisis.....	26
3.2.2 Rancangan Respon.....	27

3.3	Prosedur Penelitian.....	27
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1	Hasil Penelitian Pendahuluan.....	32
4.2	Penelitian Utama	33
4.2.1	Analisis Respon Kimia	36
4.2.2	Analisis Respon Organoleptik	56
4.3	Penentuan Formulasi Optimal.....	73
4.4	Verifikasi Formulasi Optimal.....	75
4.5	Penentuan Kalori <i>Food Bar</i> Formulasi Optimal	77
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
5.1	Kesimpulan.....	79
5.2	Saran.....	79
	DAFTAR PUSTAKA	80
	LAMPIRAN.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik <i>Food Bar</i>	10
Tabel 2. Kandungan Gizi Tepung Millet (Per 100 g)	12
Tabel 3. Kandungan Gizi pada Tepung Kacang Hijau Per 100 gram	14
Tabel 4. Kandungan Gizi Tepung Mocaf.....	16
Tabel 5. Kandungan Gizi Kacang Tanah per 100 gram.....	18
Tabel 6. Kandungan Kismis (Per 100 gram).....	20
Tabel 7. Komposisi Margarin	22
Tabel 8. Tujuan Optimasi (<i>goals</i>) dan Pembobotan Kepentingan (<i>importance</i>) ..	26
Tabel 9. Variabel Tetap Dalam Pembuatan <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf	32
Tabel 10. Variabel Berubah Dalam Pembuatan <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf	32
Tabel 11. Formulasi <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf Hasil Rekomendasi <i>Design Expert</i>	33
Tabel 12. Hasil Analisis Kimia Penelitian Utama	34
Tabel 13. Hasil Analisis Organoleptik Penelitian Utama	35
Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Air <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	37
Tabel 15. Tabel Anova Respon Kadar Air pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf	38
Tabel 16. Fit Statistik Kadar Air pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	38
Tabel 17. Hasil Analisis Kadar Serat <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	42
Tabel 18. Tabel Anova Respon Kadar Serat pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf	43
Tabel 19. Fit Statistik Kadar Serat pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	43
Tabel 20. Hasil Analisis Kadar Protein <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	47
Tabel 21. Tabel Anova Respon Kadar Protein pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf.....	48
Tabel 22. Fit Statistik Kadar Protein pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf	48
Tabel 23. Hasil Analisis Kadar Lemak <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	52
Tabel 24. Tabel Anova Respon Kadar Lemak pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf.....	53

Tabel 25. Fit Statistik Kadar Lemak pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf	53
Tabel 26. Hasil Analisis Warna <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	57
Tabel 27. Tabel Anova Respon Warna pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf	58
Tabel 28. Fit Statistik Warna pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	58
Tabel 29. Hasil Analisis Tekstur <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	61
Tabel 30. Tabel Anova Respon Tekstur pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf	62
Tabel 31. Fit Statistik Tekstur pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	62
Tabel 32. Hasil Analisis Aroma <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	65
Tabel 33. Tabel Anova Respon Aroma pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf	66
Tabel 34. Fit Statistik Aroma pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	66
Tabel 35. Hasil Analisis rasa <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	69
Tabel 36. Tabel Anova Respon Rasa pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf	70
Tabel 37. Fit Statistik Rasa pada <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf.....	70
Tabel 38. Formulasi Optimal <i>Food Bar</i> Menurut <i>Design Expert</i>	74
Tabel 39. Hasil Verifikasi Formulasi Optimal Produk	76
Tabel 40. Perhitungan Nilai Energi <i>Food Bar</i> Formulasi Optimal.....	77
Tabel 41. Perhitungan Kebutuhan Sampel Penelitian.....	94
Tabel 42. Formulasi <i>Food Bar</i> dengan Basis 400 gram.....	95
Tabel 43. Hasil Analisis Kadar Air	96
Tabel 44. Hasil Analisis Kadar Serat	97
Tabel 45. Hasil Analisis Kadar Protein.....	98
Tabel 46. Hasil Analisis Kadar Lemak	99
Tabel 47. Hasil Analisis Respon Warna	100
Tabel 48. Hasil Analisis Respon Tekstur.....	102
Tabel 49. Hasil Analisis Respon Aroma	104
Tabel 50. Hasil Analisis Respon Rasa	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Food Bar</i>	8
Gambar 2. Tepung Millet.....	11
Gambar 3. Tepung Kacang Hijau.....	13
Gambar 4. Tepung Mocaf	15
Gambar 5. <i>High Fructose Corn Syrup</i> (HFCS)	16
Gambar 6. Kacang Tanah.....	17
Gambar 7. Kismis	19
Gambar 8. Margarin	21
Gambar 9. Batasan Bahan Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf	24
Gambar 10. Penentuan model yang akan digunakan	24
Gambar 11. Penentuan jumlah respon yang akan dianalisis	25
Gambar 12. Formulasi <i>Food bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf	25
Gambar 13. Diagram Alir Pembuatan <i>Food Bar</i> Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf	30
Gambar 14. Diagram Alir Penelitian Menggunakan <i>Design Expert</i>	31
Gambar 15. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respon Kadar Air.....	39
Gambar 16. Grafik <i>Countour</i> Respon Kadar Air	40
Gambar 17. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respon Kadar Serat.....	45
Gambar 18. Grafik <i>Countour</i> Respon Kadar Serat	45
Gambar 19. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respon Kadar Protein.....	50
Gambar 20. Grafik <i>Countour</i> Respon Kadar Protein.....	50
Gambar 21. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respon Kadar Lemak	54
Gambar 22. Grafik <i>Countour</i> Respon Kadar Lemak	55
Gambar 23. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respon Warna	60
Gambar 24. Grafik <i>Countour</i> Respon Warna	60
Gambar 25. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respon Tekstur.....	64
Gambar 26. Grafik <i>Countour</i> Respon Tekstur.....	64
Gambar 27. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respon Aroma.....	68
Gambar 28. Grafik <i>Countour</i> Respon Aroma	68
Gambar 29. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respon Rasa	72
Gambar 30. Grafik <i>Countour</i> Respon Rasa	72
Gambar 31. Nilai <i>Desaribility</i> Formulasi <i>Food Bar</i>	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Penentuan Kadar Air (SNI, 1992)	87
Lampiran 2. Prosedur Analisis Kadar Protein (SNI, 1992)	88
Lampiran 3. Prosedur Analisis Kadar Karbohidrat Metode <i>Luff-Schoorls</i> (AOAC, 2016)	89
Lampiran 4. Prosedur Analisis Kadar Serat (SNI, 1992).....	91
Lampiran 5. Formulir Uji Organoleptik.....	93
Lampiran 6. Perhitungan dan Kebutuhan Bahan Baku Penelitian.....	94
Lampiran 7. Perhitungan dan Kebutuhan Bahan Baku Penelitian.....	95
Lampiran 8. Data Hasil Analisis Kadar Air	96
Lampiran 9. Data Hasil Analisis Kadar Serat	97
Lampiran 10. Data Hasil Analisis Kadar Protein.....	98
Lampiran 11. Data Hasil Analisis Kadar Lemak	99
Lampiran 12. Data Hasil Analisis Organoleptik Respon Warna	100
Lampiran 13. Data Hasil Analisis Organoleptik Respon Tekstur.....	102
Lampiran 14. Data Hasil Analisis Organoleptik Respon Aroma.....	104
Lampiran 15. Data Hasil Analisis Organoleptik Respon Rasa	106
Lampiran 16. Dokumentasi analisis dan organoleptik.....	108

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, (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1 Latar Belakang

Indonesia berada pada kawasan *Ring of Fire* sehingga sangat rentan mengalami berbagai bencana alam, seperti gempa bumi, tsunami dan erupsi gunung berapi. Peristiwa-peristiwa tersebut sering menyebabkan kerusakan infrastruktur yang berdampak pada terganggunya pasokan pangan serta terbatasnya akses terhadap air bersih. Dalam situasi darurat seperti ini, dibutuhkan *Emergency Food Product* (EFP) sebagai upaya pemenuhan kebutuhan gizi bagi masyarakat terdampak bencana (Ekafitri & Faradila, 2011).

Pangan darurat atau *Emergency Food Product* (EFP) adalah produk pangan olahan yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan energi harian dikonsumsi pada situasi yang tidak normal, bersifat siap santap, memiliki kandungan gizi yang lengkap, mudah didistribusikan dan memiliki umur simpan yang lama. Pangan darurat yang sudah dikembangkan adalah *food bar*, *snack bar*, nasi dalam kaleng dan *cookies*. (Syamsir, 2014). Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan inovasi dalam pengembangan produk pangan yang praktis, siap santap, memberikan rasa kenyang, serta mampu memenuhi kebutuhan zat gizi secara cepat. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan produk *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yang ketiganya merupakan sumber serat dan protein nabati yang baik.

Food bar merupakan pangan padat dan kompak yang mengandung energi tinggi serta berbagai zat gizi, dan dibuat dari campuran beberapa jenis bahan makanan sehingga cocok digunakan sebagai pangan darurat (Ladamay & Yuwono,

2014). Pada penelitian ini, *food bar* yang akan dibuat dengan bahan baku lokal yaitu tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepungmocaf untuk dijadikan *food bar*.

Millet atau jewawut merupakan salah satu jenis sereal yang populer di beberapa wilayah di Indonesia seperti Sulawesi Barat, Pulau Buru, NTT dan Jawa Tengah. Jewawut berbentuk biji kecil-kecil dengan diameter sekitar 1 mm. Memiliki nama latin *pennisetum glaucum* dikenal dalam bahasa Inggris yaitu millet. Kelebihan tanaman jewawut antara lain toleran kekeringan serta beradaptasi baik pada wilayah yang kurang subur. Hal inilah yang menyebabkan makanan ini banyak ditanam oleh masyarakat khususnya pada musim kemarau. Namun demikian seiring membaiknya ekonomi masyarakat Indonesia secara tidak langsung telah menjadikan komoditas jewawut menjadi komoditas inferior yang secara ekonomis tidak menguntungkan (Balai Penelitian Tanaman Sereal, 2018). Millet merupakan sumber karbohidrat dan dapat memberikan sumbangan energi yang tinggi. Kandungan zat gizi millet berdasarkan data dari Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian yaitu: energi: 334,0 kkal, protein: 9,7 gram, lemak: 3,5 gram dan karbohidrat: 73,4 gram (Tuti, 2012).

Sementara itu, tepung kacang hijau merupakan produk setengah jadi yang dapat dimanfaatkan untuk membuat olahan. Dalam 100 gram tepung kacang hijau memiliki kandungan gizi karbohidrat 286 Kkal, protein 31,5 gram, lemak 14,3 gram, serat 35,1 gram, dan kandungan air sebanyak 175 mg (Nurcahyani, 2016) Penggunaan tepung kacang hijau dalam pembuatan olahan, dapat menghasilkan beraneka ragam olahan dan mengurangi penggunaan tepung terigu. Saat ini *food bar* yang berada di pasaran sebagian besar terbuat dari tepung terigu (gandum) dan tepung kedelai yang merupakan komoditas impor (Rasulu, 2021). Komoditas pangan lokal yang berpotensi dapat dijadikan alternatif sebagai substitusi kedua bahan pangan tersebut adalah tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf.

Tepung mocaf merupakan alternatif lokal pengganti tepung terigu dengan sifat fungsional yang baik untuk produk olahan seperti *food bar*. Mocaf atau *modified cassava flour* atau tepung singkong termodifikasi adalah tepung yang dihasilkan dengan memodifikasi sel singkong melalui proses fermentasi

menggunakan enzim organik dari aktivitas bakteri asam laktat sehingga menghasilkan tepung dengan karakteristik bebas protein gluten. Mocaf mempunyai karakteristik berwarna putih dan tidak beraroma singkong, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengganti tepung terigu untuk bahan utama produk olahan makanan (Kardhinata, 2019).

Dalam upaya menghasilkan produk *food bar* dengan kualitas fisik yang baik, selain memperhatikan sumber karbohidrat dan protein dari bahan lokal, perlu ditambahkan bahan pengikat (*binder*) yang berfungsi menjaga kekompakan dan struktur produk. Salah satu bahan pengikat yang umum digunakan dalam industri pangan adalah *High Fructose Corn Syrup* (HFCS), karena sifatnya yang tidak hanya memberikan rasa manis, tetapi juga membantu meningkatkan kekompakan antar bahan dalam produk padat seperti *food bar*. *High Fructose Corn Syrup* (HFCS) adalah pemanis berbasis sirup jagung yang terdiri dari campuran fruktosa dan glukosa (mis. HFCS-55 \approx 55% fruktosa, 45% glukosa) dan banyak digunakan dalam industri minuman dan makanan olahan karena kemudahan pemakaian, stabilitas komposisi dalam produk cair, serta biaya produksi yang kompetitif dibandingkan beberapa alternatif (White, 2016).

Software Design Expert adalah program yang digunakan untuk optimasi produk dan proses (Kahfi, 2021). Metode yang digunakan untuk menghasilkan formula yang optimal dengan *Mixture D-Optimal* di mana metode ini akan secara otomatis memberikan total formulasi yang sesuai dengan batasan-batasan yang telah ditentukan dan dapat menunjukkan hasil yang optimalisasi berdasarkan setiap respon (Zen, 2015).

Berdasarkan latar belakang, peneliti bermaksud mengembangkan produk *food bar* berbasis tepung millet dan tepung kacang hijau sebagai alternatif pangan darurat yang dikembangkan oleh masyarakat. Dalam menunjang tekstur dan kekompakan produk, digunakan bahan pengikat berupa *High Fructose Corn Syrup* (HFCS) yang tidak hanya berfungsi sebagai *binder*, tetapi juga memberikan cita rasa manis pada produk. Guna memperoleh kondisi formulasi terbaik, dilakukan optimasi proporsi tepung millet, tepung kacang hijau, dan HFCS menggunakan

software Design Expert dengan metode *Mixture D-Optimal*. Melalui pendekatan ini, setiap komponen akan menunjukkan pengaruh signifikan terhadap respon yang diamati, sehingga dapat ditentukan komposisi optimal untuk menghasilkan *food bar* dengan mutu terbaik.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, hal yang dapat diidentifikasi yaitu bagaimana formulasi yang paling optimal penggunaan tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf dalam pembuatan *Food Bar* dengan menggunakan metode *Mixture D-Optimal*?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui formulasi yang paling optimal dengan menggunakan metode *Mixture D-Optimal* dalam penggunaan tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf pada pembuatan *food Bar*.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu untuk memperoleh formulasi optimal dalam pembuatan *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf berbahan baku lokal sebagai alternatif *emergency food*, menggunakan metode *Mixture D-Optimal*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Menambah ilmu pengetahuan dalam bidang teknologi pangan, khususnya terkait formulasi pangan fungsional.
- 2) Membuka peluang bagi pengembangan usaha kecil dan menengah (UMKM) dalam menciptakan *food bar* berbahan dasar lokal yang lebih terjangkau dan bernutrisi.
- 3) Mendukung ketahanan pangan nasional dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang bernilai ekonomi tinggi namun belum banyak dimanfaatkan.

1.5 Kerangka Penelitian

Food bar merupakan produk pangan yang memiliki kalori tinggi, sejumlah zat gizi, dan dibuat dengan campuran dari macam-macam bahan pangan yang dibentuk kompak dan padat (Ladamay & Yuwono, 2014). Produk *food bar* dapat memenuhi standar kebutuhan kalori individu dengan mengonsumsinya sebanyak 3 kali dengan jumlah 450 gr atau 50 gr/bar. Sebesar 233-250 kkal kebutuhan energi yang dibutuhkan dan *food bar* juga mempunyai makronutrien sebesar 35 - 45% lemak, 10 - 15 % protein, dan karbohidrat 40 - 50% (Institute of Medicine, 2002).

Menurut Ladamay & Yuwono (2014), *food bar* adalah salah satu jenis makanan dengan kalori tinggi dan dihasilkan dari bermacam bahan atau biasa disebut *blended food*, kaya akan nutrisi, dan berbentuk padat serta kompak. Syarat mutu *food bar* belum diatur dalam SNI, sehingga pada penelitian ini *food bar* yang diperoleh dibandingkan dengan standar USDA 45221874 mengenai *real food bar*.

Menurut Sharma (2020), pengolahan *food bar* berbahan dasar millet menunjukkan bahwa penambahan millet sebagai komponen utama dapat meningkatkan nilai gizi produk, terutama karbohidrat kompleks dan serat pangan. Formulasi *food bar* yang disusun dari tepung millet sekitar 30–40%, tepung kacang-kacangan 20–25%, bahan pemanis seperti madu 10–15%, minyak nabati 8–12%, serta bahan pengikat seperti susu skim atau sirup glukosa 5–10% menghasilkan produk dengan karakteristik fisik yang stabil dan nilai energi yang cukup tinggi.

Menurut Rai (2018), pada pembuatan *food bar* berbasis millet dan kacang hijau dengan proporsi tepung millet 35%, tepung kacang hijau 25%, minyak 10%, gula 15%, dan bahan tambahan seperti buah kering 15% mampu menghasilkan kadar protein sekitar 10–12%, lemak 12–14%, karbohidrat 60–65%, serta energi sebesar 350–420 kkal/100 g. Formulasi berbasis millet ini menunjukkan bahwa millet berperan sebagai sumber karbohidrat kompleks dan serat, serta mendukung peningkatan densitas energi *food bar* dengan tetap mempertahankan tekstur kompak dan stabil selama penyimpanan.

Menurut Aritonang (2024), formulasi *food bar* berbasis tepung kacang hijau dengan proporsi tepung kacang hijau sekitar 20–30% dalam adonan menghasilkan produk dengan karakteristik organoleptik yang baik. *Food bar* yang dihasilkan memiliki warna coklat cerah, permukaan kompak tanpa rongga, tekstur padat namun mudah digigit, serta aroma khas kacang hijau yang ringan dan diterima baik oleh panelis. Berdasarkan analisis proksimat, *food bar* berbahan tepung kacang hijau tersebut memiliki kandungan gizi yang cukup baik, yaitu kadar protein berkisar 12–15%, kadar karbohidrat 55–60%, lemak 7–10%, dan serat pangan sekitar 2–3%, sehingga cocok digunakan sebagai *snack* padat gizi maupun pangan darurat. Hal ini menunjukkan bahwa tepung kacang hijau memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas nutrisi dan mutu sensoris *food bar*.

Menurut Subagio (2007), penggunaan mocaf untuk pembuatan aneka olahan menghasilkan karakter organoleptik yang lebih baik dibandingkan produk serupa dari tepung terigu, bahkan dalam beberapa hal timbul sifat khas yang berkorelasi positif. Tekstur dari biskuit dan kukis yang relatif lebih renyah serta cita rasa yang khas jika dibandingkan olahan serupa dari tepung terigu. Kandungan asam laktat dari mocaf menimbulkan aroma pemasakan yang kuat saat produk baru dikeluarkan dari oven. Dengan karakteristik tersebut, mocaf sangat cocok sebagai produk olahan pangan kaya serat untuk menu diet.

Menurut Ramadhan (2023), *High Fructose Corn Syrup* (HFCS) memiliki kemampuan larut yang lebih tinggi dibandingkan sukrosa. Kandungan fruktosa pada HFCS membuat kelarutan kombucha cascara meningkat. Fruktosa sulit mengalami kristalisasi karena kelarutan yang tinggi dalam air membuat fruktosa tidak mudah mengendap. HFCS memiliki sifat bahan yang kental dan viskositas yang tinggi. Viskositas yang tinggi menyebabkan total padatan terlarut semakin rendah akibat kemampuan mengikat air yang baik pada HFCS. Konsentrasi HFCS yang semakin tinggi dalam bahan maka semakin banyak air yang terikat pada produk. Selama proses penyeduhan, sebagian air dapat menguap akibat suhu tinggi, yang turut menurunkan kadar air bebas dalam produk akhir (Oktaviani dan Winarti, 2023).

Menurut Nayotama (2023), margarin bisa digunakan untuk membantu produk olahan menjadi empuk karena semakin tinggi konsentrasi margarin yang ditambahkan maka produk akan semakin lembut. Pada penelitian Hidayah & Anna (2019) menyatakan konsentrasi penambahan margarin yang digunakan untuk membuat produk patiseri berkisar antara 10% - 20% dari total keseluruhan bahan.

Penelitian dengan menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* untuk mengetahui keberhasilan metode *Mixture D-Optimal* dalam menentukan formulasi optimal *food bar* tepung hanjeli dan tepung kacang merah. Bahwa selisih antara hasil analisis yang ditawarkan dari program dengan analisis laboratorium yang tidak begitu jauh dengan dibuktikan dari nilai *desirability* (ketetapan) dengan nilai 0,600 yaitu didapatkan kadar karbohidrat sebesar 55,65%, kadar protein 11,20%, kadar lemak 15,38%, nilai aroma 4,50, nilai rasa 4,70, nilai warna 4,30 dan nilai tekstur 4,40 (Faizal, 2017).

Kelebihan dari *Design Expert* metode *D-Optimal* yaitu ketelitiannya secara numerik hingga mencapai 0,001. *Design Expert* memiliki program *mixture experiment* yang terdiri dari enam tahap di antaranya menentukan tujuan percobaan, memilih komponen-komponen, mengidentifikasi 12 batasan-batasan pada komponen campuran, mengidentifikasi variabel respon, membuat model yang sesuai dan memilih desain percobaan yang sesuai (Sahid, 2015).

1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, diduga bahwa formulasi yang optimal pada pembuatan *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung moca dapat dihasilkan dengan metode *Mixture D-Optimal*.

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung, Jl. Dr. Setiabudi No. 193, Bandung. Adapun waktu penelitian dilakukan mulai bulan Agustus 2025 sampai dengan November 2025.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai (1) *Food Bar*, (2) Tepung Millet, (3) Tepung Kacang Hijau, (4) Tepung Mocaf, (5) *High Fructose Corn Syrup* (HFCS), (6) Kacang tanah, (7) Kismis, (8) Margarin.

2.1 *Food Bar*

Food bar merupakan produk pangan padat yang diformulasikan untuk menyediakan energi dan nutrisi dalam jumlah tinggi dengan bentuk yang praktis, siap makan, dan mudah didistribusikan. Produk ini pada awalnya dikembangkan sebagai pangan darurat untuk pemenuhan kebutuhan gizi pada situasi bencana maupun kondisi darurat lainnya. *Food bar* dibuat dari campuran bahan-bahan sumber karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral, yang kemudian dipadatkan sehingga menghasilkan bentuk batang yang kompak, stabil, dan memiliki umur simpan panjang. *Food bar* atau *high energy bar* harus memberikan energi minimum 350 kkal per 100 gram (World Food Programme, 2012).



Gambar 1. *Food Bar*

(Sumber: <https://id.pinterest.com/pin/119697302593999980>)

Food bar merupakan makanan semi basah yang berbentuk batang umumnya memiliki Aw pada kisaran 0,65-0,85 dan berkadar air sekitar 155-305. Kadar air yang terkandung dalam *food bar* akan mempengaruhi tekstur dari *food bar*. (Ferawati, 2009). *Food bar* merupakan pangan berkalori tinggi yang dibuat dari

campuran bahan pangan (*blended food*), diperkaya nutrisi, kemudian dibentuk padat dan kompak (*foodbar form*). (Lobato, 2011).

Food bar umumnya diformulasikan dari bahan-bahan kaya karbohidrat seperti sereal, umbi-umbian, atau produk olahannya yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi tubuh (World Food Programme, 2012). Protein dalam *food bar* dapat berasal dari kacang-kacangan, susu bubuk, atau bahan kaya protein lainnya yang berperan dalam menunjang kebutuhan metabolik serta mempertahankan fungsi jaringan tubuh (UNHCR, 2011). Komponen lemak umumnya diperoleh dari minyak nabati atau bahan pangan berlemak yang berfungsi meningkatkan kerapatan energi, memperbaiki tekstur, serta memberikan sifat *mouthfeel* yang lebih baik (World Food Programme, 2012). Selain itu, *food bar* juga mengandung serat pangan yang berkontribusi terhadap efek kenyang, kesehatan pencernaan, dan stabilitas tekstur produk (Singh, 2022). Dalam beberapa formulasi, vitamin dan mineral dapat ditambahkan untuk meningkatkan densitas gizi sehingga *food bar* mampu berfungsi sebagai pangan padat gizi yang praktis dan siap konsumsi (World Food Programme, 2012).

Perbedaan antara *food bar*, *snack bar*, dan *fruit bar* terutama terletak pada komposisi bahan pangan yang digunakan. *Food bar* umumnya dibuat dari berbagai jenis tepung yang kaya karbohidrat dan protein karena ditujukan untuk memenuhi kebutuhan energi harian (Nugraha, 2014). *Snack bar* dibuat dengan menggabungkan berbagai bahan seperti buah kering, kacang-kacangan, dan sereal, di mana penggunaan tepung biasanya tidak terlalu banyak karena produk ini lebih ditujukan sebagai camilan atau selingan (Ladamay & Yuwono, 2014). Sementara itu, *fruit bar* lebih banyak menggunakan buah-buahan kering dibandingkan *snack bar* maupun *food bar*, dan tepung hanya digunakan sebagai penambah nutrisi serta membantu membentuk adonan yang kompak (Lobato et al., 2011).

Food bar juga termasuk kategori pangan darurat atau *Emergency Food Product* (EFP), yaitu makanan berenergi tinggi dan berdensitas gizi tinggi yang diperuntukkan bagi korban bencana dan dapat langsung dikonsumsi dalam kondisi

darurat (WFP, 2012). Penggunaan pangan darurat ini biasanya berlangsung selama 3–7 hari dan maksimal 15 hari, terutama pada daerah yang mengalami kondisi rawan pangan (WFP, 2012).

Tabel 1. Karakteristik *Food Bar*

No	Pengamatan	Komersial	USDA	SNI 01-4216-1996	Sinbiotik
1.	Kadar air (%)	11,40	11,26	-	6,64
2.	Kadar Lemak (%)	20,00	10,91	1,4-14	5,44
3.	Kadar Protein (%)	10,00	9,30	25-50	11,60
4.	Kadar Serat (%)	6,00	8,30	-	-
5.	Nilai Kalori (kkal)	140,00	120,93	120	141,39
6.	Kekerasan (gF)	5466,53	-	-	6557,34

Sumber: (PT. Otsuka Amerta Indah. (2014), USDA National Nutrient Database for Standard Reference. (2015), Badan Standardisasi Nasional. (1996), Sumanti, dkk. (2016)).

2.2 Tepung Millet

Millet termasuk dalam kelompok tanaman sereal berbiji kecil dan pernah menjadi makanan pokok masyarakat Asia Timur dan Tenggara sebelum tanaman padi dibudidayakan. Millet termasuk tanaman ekonomi minor namun memiliki kandungan gizi yang tidak kalah dengan padi, jagung, gandum, dan tanaman biji-bijian yang lain. Sebagian besar masyarakat belum mengenal millet sebagai sumber pangan sehingga selama ini millet umumnya dikenal sebagai pakan burung (Marlin, 2009).



Gambar 2. Tepung Millet

(Sumber: <https://nrootsfood.com/product/sorghum-millet-flours/>)

Pemanfaatan biji millet dilakukan dengan cara merebus untuk memisahkan biji dan kulit ari. Biji yang telah matang direbus dapat dikonsumsi seperti nasi. Di Indonesia dimanfaatkan biji secara millet belum dapat optimal, hal ini dikarenakan masih terbatasnya pengetahuan terhadap potensi millet. Pemanfaatan millet dalam bentuk lain merupakan upaya sosialisasi potensi millet sebagai sumber pangan non beras. (Yuliana, 2021). Tepung millet terbuat dari proso millet dengan perlakuan perkecambahan pra dilanjutkan proses dengan fermentasi, kemudian dikeringkan dan dihaluskan disebut tepung *millet* kecabah-fermentasi (Pratiwi dan Sughita, 2019).

Tabel 2. Kandungan Gizi Tepung Millet (Per 100 g)

Komponen	Satuan	Kandungan
Air	g	3,3
Energi	Kkal	364
Protein	g	12,3
Lemak	g	4,3
Karbohidrat	g	60,9
Serat kasar	g	8
Kalsium	mg	31
Fosfor	mg	290
Besi	mg	6,24
Kalium	mg	364
Tembaga	mg	0,24
Seng	mg	3
Isoleusin	mg	572
Leusin	mg	1820
Niasin	mg	2,21
Treonin	mg	533
Alanin	mg	1261
Vitamin B2	mg	0,09
Vitamin B6	mg	0,23

(Sumber : National Institute of Nutrition (N IN), Hyderabad dalam (Ki Unnati & Ki Pragati, 2014).

Millet merupakan sumber karbohidrat dan dapat memberikan sumbangan energi yang tinggi. Millet juga mengandung mineral, vitamin B terutama niacin, B6 dan folacin, juga mengandung asam amino esensial seperti isoleusin, leusin, fenilalanin dan treonin. Karbohidrat utama yang terdapat dalam millet adalah zat pati. Sekam pada millet sulit untuk dihilangkan atau dipisahkan sehingga membuat millet jarang dimanfaatkan oleh manusia (Tripathi, 2023).

2.3 Tepung Kacang Hijau

Kacang hijau Menurut Ratnasari (2015), dapat dibuat menjadi tepung kacang hijau yang berkualitas baik dan tidak pecah serta memiliki butiran yang utuh, tidak rusak atau berulat dan masih segar. Tepung kacang hijau menurut SNI 01-3728-1995 adalah bahan makanan yang diperoleh dari biji tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus L*) yang sudah dihilangkan kulit arinya dan diolah menjadi tepung. Tepung kacang hijau sebagai bahan baku pembuatan produk, dapat menghasilkan olahan yang lebih beraneka ragam dan dapat mengurangi

penggunaan tepung terigu (Nurcahyani, 2016). Oleh karena itu, kacang hijau digunakan pada produk pangan lain seperti *snack bar* karena memiliki kandungan gizi yang baik terutama kandungan protein dan serat pangan.

Tepung kacang hijau menurut SNI 01-3728-1995 adalah bahan makanan yang diperoleh dari biji tanaman kacang hijau (*phaseolus radiates L*) yang sudah dihilangkan kulit arinya dan diolah menjadi tepung.



Gambar 3. Tepung Kacang Hijau

(Sumber: <https://www.deshibazar.com.my/product/baba-mung-bean-flour-500-gram-pack/>)

Tepung kacang hijau merupakan produk setengah jadi yang dapat dimanfaatkan untuk membuat olahan. Dalam pembuatan tepung kacang hijau, dipilih kacang hijau yang berkualitas baik dengan klasifikasi butiran utuh dan tidak bau apek maupun berulat dan masih segar. Kemudian dilakukan proses pengupasan sebelum dilakukan proses penepungan, Lalu dalam proses penepungan, kacang hijau digiling sampai halus lalu diayak untuk mendapatkan tekstur tepung yang baik. Dalam 100 gram tepung kacang hijau memiliki kandungan gizi karbohidrat 286 Kkal, protein 31,5 gram, lemak 14,3 gram, serat 35,1 gram, dan kandungan air sebanyak 175 mg (Nurcahyani, 2016).

Tabel 3. Kandungan Gizi pada Tepung Kacang Hijau Per 100 gram

Kandungan Gizi	Kadar
Energi	286 kkal
Protein	31,50 gr
Lemak	14,30 gr
Karbohidrat	54,50 gr

Sumber: (Habibi, 2023.)

Menurut winarno (2002), tepung kacang hijau mengandung sejumlah asam amino essensial yang diperlukan oleh tubuh manusia. Skor asam amino adalah cara menetapkan mutu protein dengan cara membandingkan kandungan asam amino essensial dalam bahan makanan dengan kandungan asam amino esensial yang sama dengan protein patokan. Asam amino pembatas yang ada pada tepung kacang hijau adalah metionin dan sistein. Sedangkan kandungan asam amino lain sudah memenuhi standar terutama kandungan lisinnya.

2.4 Tepung Mocaf

Mocaf atau *modified cassava flour* merupakan tepung ubi kayu yang diproduksi dengan memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi. Modifikasi diartikan sebagai perubahan struktur molekul yang dapat dilakukan dengan beberapa metode, baik secara fisik, kimia, maupun enzimatik (Koswara, 2009). Proses modifikasi pada produksi Mocaf merupakan proses modifikasi secara biokimia, yaitu dengan menambahkan enzim atau mikroba penghasil enzim (Herawati, 2011). Bakteri asam laktat (BAL) berperan penting dalam proses fermentasi, di mana aktivitasnya dapat menghasilkan enzim pektinolitik dan sellulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu, serta menghidrolisis pati menjadi asam-asam organik (Subagio, 2008).



Gambar 4. Tepung Mocaf

(Sumber : Tim, 2021)

Mocaf memiliki kandungan pati yang lebih tinggi daripada tepung terigu, dengan kisaran sekitar 85-87 persen. Tingginya kandungan pati tersebut sejalan dengan tingginya kadar karbohidrat dalam tepung mocaf. Selain itu, kadar serat dalam mocaf juga lebih tinggi daripada terigu. Kandungan serat yang tinggi membuat tepung mocaf memiliki efek pro biotik yang mendukung pertumbuhan mikroba yang menguntungkan dalam sistem pencernaan, sehingga cocok untuk individu yang menderita diabetes. Selain itu, mocaf tidak mengandung gluten, membuatnya lebih cocok dikonsumsi oleh individu yang menderita autisme, diabetes, alergi, serta gangguan pencernaan, karena tidak menimbulkan reaksi yang merugikan (Isnaeni, 2023).

Untuk menjamin standar mutu dan keamanan pangan yang menggunakan mocaf, Badan Standardisasi Nasional (BSN) sudah mengeluarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk tepung mocaf yang tercantum pada SNI 7622:2011. Kandungan gizi dalam 100 gram tepung mocaf berdasarkan tabel komposisi bahan makanan Indonesia (TKPI) tahun 2017 pada tepung mocaf dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Kandungan Gizi Tepung Mocaf

Komponen	Satuan	Kandungan
Air	g	11,9
Energi	Kkal	350
Protein	g	1,2
Lemak	g	0,6
Karbohidrat	g	85
Serat	g	6
Abu	g	1,3
Kalsium	mg	60
Fosfor	mg	64
Besi	mg	15,8
Natrium	mg	8
Kalium	mg	403
Tembaga	mg	0,10
Seng	mg	0,6
Thiamin	mg	0,02
Riboflavin	mg	0,02
Niasin	mg	0,7
Vitamin C	mg	2

(Sumber : Kementerian Kesehatan, 2017)

2.5 High Fructose Corn Syrup (HFCS)

High Fructose Corn Syrup (HFCS) merupakan gula cair yang terbuat dari amilum. Fruktosa juga banyak terdapat dalam buah-buahan, sehingga sering kali gula fruktosa juga dibuat dari sari buah. HFCS memiliki tekstur cair sehingga sangat mudah untuk diaplikasikan pada makanan dan minuman. HFCS merupakan pemanis buatan yang terbuat dari jagung dengan menggunakan bahan kimia dan enzim untuk menghidrolisis pati jagung pada sirup jagung (Wijanarka, 2008).



Gambar 5. *High Fructose Corn Syrup* (HFCS)

(Sumber: <https://igarden.decorexpro.com/ru/posadka/ogorod/zlaki/kukuruz-a/stroenie-i-kak-primenyayutsya-chasti.html>)

High Fructose Syrup atau lebih dikenal dengan sirup fruktosa atau *fructose* adalah pemanis buatan yang terbuat dari tepung jagung. Seperti dalam produksi sirup jagung konvensional, tepung pati terurai menjadi glukosa oleh enzim. Untuk membuat *fructose syrup* awalnya sama seperti membuat sirup jagung, yakni menguraikan pati jagung menjadi glukosa. Selanjutnya diproses oleh glukosa isomerase guna mengubah sebagian glukosa menjadi fruktosa. (Beverage Institute Indonesia, 2013). *High Fructose Corn Syrup* (HFCS) merupakan gula sirup tinggi fruktosa dengan kandungan 98% fruktosa dan 2% oligosakarida. HFCS mempunyai kemampuan larut air serta tingkat kemanisan 1,8 kali lebih tinggi dibandingkan fruktosa dan tidak mudah mengalami kristalisasi (Cahyani, 2019).

2.6 Kacang Tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) merupakan komoditas pertanian terpenting setelah kedelai yang memiliki peran strategis pangan nasional sebagai sumber protein dan minyak nabati di Indonesia. Hidayat (2008) menyatakan bahwa kacang tanah mengandung lemak 40-50%, protein 27%, karbohidrat 18%, dan vitamin. Kacang tanah dimanfaatkan sebagai bahan pangan konsumsi langsung atau campuran makanan seperti roti, bumbu dapur, bahan baku industri, dan pakan ternak, sehingga kebutuhan kacang tanah terus meningkat setiap tahunnya sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk (Balitkabi 2008).



Gambar 6. Kacang Tanah

(Sumber: <https://www.organicfacts.net/health-benefits/seed-and-nut/health-benefits-of-peanut-butter.html>)

Kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang digemari oleh masyarakat, karena memiliki nilai gizi yang baik.

Kandungan gizi kacang tanah per 100 gram: protein 25 gram, karbohidrat 21 gram, lemak 48 gram, fosfor 336 mg, kalium 332 mg, magnesium 184 mg, kalsium 62 mg, dan sedikit zat besi, sodium, zeng, dan vitamin B, E, dan K. Biji kacang tanah tinggi nutrisi dengan kadar lemak berkisar antara 44,2–56,0%, protein 17,2–28,8% dan karbohidrat 21%. Kandungan lemak kacang tanah tertinggi di antara semua jenis kacang- kacang, bahkan dengan beberapa komoditas tanaman pangan lainnya (Dickson, 2023).

Kandungan protein dalam kacang tanah jauh lebih tinggi dari pada daging dan telur. Kandungan omega 3 pada kacang tanah merupakan lemak tak jenuh ganda dan omega 9 merupakan lemak tak jenuh tunggal. Kacang tanah mengandung fitosterol yang justru dapat menurunkan kadar kolesterol dan level trigliserida, dengan cara menahan penyerapan kolesterol dari makanan yang disirkulasikan dalam darah dan mengurangi penyerapan kembali kolesterol dari hati, serta menjaga *High Density Lipoprotein* (HDL) kolesterol (Hidayat, 2008). Kandungan gizi kacang tanah per 100 gram dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Kandungan Gizi Kacang Tanah per 100 gram

No.	Komposisi	Jumlah
1.	Kalori	525 (g)
2.	Protein	27,9 (g)
3.	Karbohidrat	17,4 (g)
4.	Lemak	42,7 (g)
5.	Kalsium	3,5 (g)
6.	Fosfor	456 (g)
7.	Zat Besi	5,7 (g)
8.	Vitamin A	0 (UI)
9.	Vitamin B	0,44 (mg)
10.	Vitamin C	0 (mg)

(Sumber: Direktorat Gizi Depkes (2015)).

2.7 Kismis

Kismis adalah buah anggur (*Vitis vinivera L.*) yang dikeringkan dan dihilangkan bijinya, merupakan makanan ringan populer yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat pada umumnya. Rasa manis yang dihasilkan membuat kismis menjadi salah satu bahan dalam olahan roti, makanan ringan, sereal maupun dikonsumsi secara langsung. Rasa manis pada kismis dihasilkan dari glukosa dan fruktosa, tidak ditemukan adanya sukrosa. Selain itu kismis mengandung polifenol, flavonoid, zat besi, mineral, potassium, kalsium dan vitamin B (Atkinson, 2008).



Gambar 7. Kismis

(Sumber: <https://hellosehat.com/nutrisi/fakta-gizi/manfaat-kismis-kesehatan/>)

Pada kismis terkandung banyak senyawa kimia yang bersifat antibakteri seperti senyawa tanin, flavonoid, dan triterpenoid (Maratia, 2019). Cara pembuatan kismis adalah melalui proses pengeringan. Pengeringan adalah salah satu cara yang paling sering diaplikasikan untuk membuat makanan lebih awet, di mana proses ini dapat menurunkan kadar air, dan secara drastis mengurangi mikroba, degradasi enzimatik atau reaksi deteriorasi (Xiao & Mujumdar, 2014).

Kandungan karbohidrat yang tinggi dapat membantu memenuhi kebutuhan energi (Chang, 2016). Hal ini sangat bermanfaat ketika saat berkegiatan terasa lapar dan belum dapat menjangkau makan besar. Walaupun kismis memiliki rasa yang manis namun berdasarkan beberapa penelitian menyebutkan bahwa kismis mempunyai kemampuan meningkatkan kadar gula darah yang lambat (indeks glikemik rendah). Dengan demikian, kismis menjadi salah satu alternatif

camilan diet sehat atau diet diabetes melitus. Guna menjaga kesehatan tubuh direkomendasikan mengonsumsi kismis sekitar 80-90 gram per hari (Olmo, 2020).

Tabel 6. Kandungan Kismis (Per 100 gram)

No	Zat Gizi	Jumlah Zat Gizi
1.	Energi	301 kkal
2.	Protein	3,28 gram
3.	Total Lemak	0,20 gram
4.	Karbohidrat	80,02 gram
5.	Serat	3,3 – 4,5 gram
6.	Kalsium	64 mg
7.	Fosfor	101 mg
8.	Zinc	0,37 mg
9.	Vitamin C	3,20 mg
10.	Vitamin K	3,5 mg
11.	Polifenol	68 – 94,5 mg

(Sumber: Larasati, 2024)

Berdasarkan NutriSurvey, 40 gram kismis mengandung 28.5 gram karbohidrat/glukosa yang setara dengan 110 kalori. Kismis memiliki indeks glikemik yaitu 64 sehingga kismis dikategorikan sebagai makanan dengan indeks glikemik sedang (Atkinson, 2008).

Anggur kering adalah kismis. Metode pengeringan alami dan mekanis tersedia untuk proses pengeringan. Karena kismis adalah bentuk anggur yang diproses, jenis anggur yang membentuknya akan menentukan tampilannya. Kismis merah atau "*dark golden*" berasal dari anggur merah, sedangkan kismis hitam dibuat dari anggur hitam. Lalu ada kismis yang terbuat dari anggur hijau yang berwarna "*light golden*" (Nadira, dkk., 2018). Anggur yang dihasilkan dengan teknik pengeringan ini memiliki rasa manis dan asam yang menonjol serta tekstur yang sedikit kenyal dan renyah. Karena rasa manisnya yang kuat, kismis sering digunakan dalam makanan sebagai penambah rasa. Sebagai makanan ringan, kismis dibuat dengan cara mengeringkan buah anggur (*Vitis vinifera* L.). Meskipun kismis tidak mengandung sukrosa, kismis mengandung glukosa dan fruktosa. Flavonoid, tanin, dan triterpenoid merupakan zat antimikroba yang terdapat pada kismis (Fajarianti dkk., 2017).

2.8 Margarin

Margarin adalah produk makanan berbentuk emulsi padat atau semi padat yang dibuat dari lemak nabati dan air, dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan makanan yang diizinkan. Margarin dibuat sebagai pengganti mentega dengan rupa, bau, konsistensi rasa, dan nilai gizi yang hampir sama dengan mentega (SNI, 1994). Margarin merupakan emulsi fase air pada fase minyak (w/o) yang mengandung lemak lebih dari 80%. Sisanya merupakan protein dan bahan-bahan aditif, seperti: antioksidan, vitamin, pewarna, bahan pengemulsi, dan pengawet (Ramayana, 2003).



Gambar 8. Margarin

Sumber: (<https://bp-guide.id/AXBkW4qK>)

Margarin yang terbuat dari lemak nabati mengandung asam lemak tidak jenuh sebesar 85-87% dan asam lemak jenuh sebesar 13-15%. Ciri-ciri margarin yang paling menonjol adalah bersifat plastis, padat pada suhu ruang, agak keras pada suhu rendah, teksturnya mudah dioleskan, serta segera dapat mencair di dalam mulut (Ketaren, 2008).

Menurut Wijaya (2004), selama ini margarin dibuat dengan teknik hidrogenasi. Pembuatan margarin membutuhkan zat pengemulsi (*emulsifier*) untuk menstabilkan tekstur margarin. Jenis dan konsentrasi *emulsifier* mempengaruhi mutu margarin yang terbentuk (Ramayana, 2003). Tipe emulsi dari margarin adalah emulsi air dalam minyak. *Emulsifier* yang digunakan biasanya adalah lesitin dan gliserol monostearat (Winarno, 2002). Pemilihan *emulsifier* ini didasarkan pada nilai *Hidrophilic-Lipophilic Balance* (HLB). Lesitin dan gliserol monostearat

mempunyai nilai HLB yang rendah yaitu antara 3 sampai 6. Nilai HLB ini cocok digunakan untuk emulsi tipe air dalam minyak, seperti margarin (Harlinawati, 2002).

Tabel 7. Komposisi Margarin

Komposisi	Nilai (%)
Lemak/minyak	80
Vitamin A	0,0005
β – karoten	0,0005
TBHQ	0,015
Garam dapur (NaCl)	4 maks
Natrium benzoat (Na ₂ CO ₃)	0,09
Air	16,2
Lesitin	0,1 – 0,5

Sumber: (Shahidi, 2005)

Margarin merupakan produk pangan yang memiliki tekstur setengah padat dengan karakteristik sifat fisik dan kimia yang sangat bergantung pada komponen penyusunnya. Margarin merupakan sistem emulsi yang terdiri dari 20% air di dalam minyak 80%. Kandungan bahan baku margarin memiliki kerapuhan dan daya tahan tinggi terhadap pengembangan (Yuwono, 2017).

III. METODOLOGI PENELITIAN

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

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf sebagai bahan utama dan beberapa bahan pendukung meliputi *High Fructose Corn Syrup* (HFCS), kacang tanah, margarin, dan kismis. Bahan-bahan berikut dibeli dari Toko Sejati, Kota Bandung. Sedangkan untuk tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf dibeli dari *e-commerce* toko Omah Tepung Organik, Jogja.

Bahan untuk analisis kimia (kadar air, protein, lemak dan serat) adalah NaOH 30%, HCl, H₂SO₄, H₂SO₄ 0,3N, Na₂S₂O₃ 0,1N, Na₂SO₄, larutan asam borat 2%, Garam *Kjedahl*, larutan indikator *phenolphthalein* (PP), air suling, aquadest, dan n-heksana. Bahan analisis tersebut telah disediakan di Laboratorium Penelitian Teknologi Pangan Universitas Pasundan.

3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pembuatan *food bar* meliputi timbangan digital, wadah, *spatula*, *mixer*, *oven*, pengering, cetakan *food bar*, dan pisau.

Alat untuk analisis kimia yang digunakan adalah *oven*, kondensor, eksikator, alat penyuling, botol timbang, labu alas bundar, labu *kjedahl*, pemanas listrik, erlenmeyer, batu didih, labu didih, benang kasur, gelas ukur, gelas ukur, buret 50 mL, labu ukur 10 mL, labu ukur 50 mL, dan batang pengaduk.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formula optimal dari bahan tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf berikut uraiannya:

1. Penentuan batasan-batasan bahan tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yang akan digunakan yang diinput pada kolom *low* dan *high*.

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: (2 to 24) Total: Horizontal
Units: Vertical

	Name	Low	High
A [Mixture]	Tepung Millet	20	25
B [Mixture]	Tepung Kacang Hijau	15	20
C [Mixture]	Tepung Mocaf	15	20

[Edit constraints...](#)

Gambar 9. Batasan Bahan Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf

2. Penentuan model yang akan digunakan. Pada penelitian ini menggunakan model *quadratic* dan metode yang metode D-Optimal.

Optimal (Custom) Design

Search: Optimality:

Special Cubic
Scheffe

Blocks: (1 to 1000)

Runs

Required model points:

Additional model points:

Lack-of-fit points:

Replicate points:

Additional center points:

Total runs: 13

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 $X'X$ inverse matrix).

[Edit candidate points...](#)

[Options...](#)

Gambar 10. Penentuan model yang akan digunakan

3. Penentuan jumlah respon yang akan dianalisis dalam satuan unit yang diinginkan misalnya dalam bentuk % atau numerik.

Optimal (Custom) Design

Responses: (1 to 999) Horizontal
 Vertical

Name	Units
Kadar Air	%
Kadar Serat	%
Kadar Protein	%
Kadar Lemak	%
Warna	numeric
Tekstur	numeric
Aroma	numeric
Rasa	numeric

Gambar 11. Penentuan jumlah respon yang akan dianalisis

4. Berdasarkan input data yang diuraikan langkah di atas dihasilkan sebanyak 13 formulasi dengan dua variabel berubah yaitu tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf.

Run	Component 1 A:Tepung Mil... %	Component 2 B:Tepung Ka... %	Component 3 C:Tepung M... %	Response 1 Kadar Air %	Response 2 Kadar Karbo... %	Response 3 Kadar Protein %	Response 4 Kadar Serat %	Response 5 Warna numeric	Response 6 Tekstur numeric	Response 7 Aroma numeric	Response 8 Rasa numeric
1	21,6667	19,1667	19,1667								
2	25	15	20								
3	25	20	15								
4	25	15	20								
5	22,5	17,5	20								
6	20	20	20								
7	24,1667	19,1667	16,6667								
8	25	20	15								
9	22,5	20	17,5								
10	24,1667	16,6667	19,1667								
11	20	20	20								
12	25	17,5	17,5								
13	23,3333	18,3333	18,3333								

Gambar 12. Formulasi *Food bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Berdasarkan hasil dari perhitungan formula dengan menggunakan program *Design Expert* metode *D-Optimal* pada pembuatan *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf didapatkan 13 formulasi.

5. Mengolah data hasil respon kadar air, kadar karbohidrat, kadar protein, kadar serat dan organoleptik terhadap atribut warna, aroma, rasa dan tekstur pada *food bar* setelah dilakukan penelitian.

6. Melakukan optimasi formula dengan menetapkan tujuan optimasi (*goals*) apakah respon yang optimal memiliki nilai yang maksimum, minimum, atau *in range*, dan pembobotan kepentingan (*importance*) berupa tanda positif (+) hingga 5 tanda positif (+++++) seperti tabel berikut:

Tabel 8. Tujuan Optimasi (*goals*) dan Pembobotan Kepentingan (*importance*)

No	Komponen /Respon	Goals	Batas Bawah	Batas Atas	Importance
1.	Kadar Air	<i>In range</i>	8%	12%	+++
2.	Kadar Lemak	Min.	10%	14%	+++
3.	Kadar Protein	Maks	9%	25%	+++++
4.	Kadar Serat	Maks	5%	15%	+++++
5.	Warna	<i>In range</i>	1	6	+++
6.	Tekstur	<i>In range</i>	1	6	+++
7.	Aroma	<i>In range</i>	1	6	+++
8.	Rasa	<i>In range</i>	1	6	+++

3.2.1 Rancangan Analisis

Rancangan analisis yang dilakukan pada penelitian ini menurut panduan dari Stat-ease (2021) persamaan pada metode *Mixture D-Optimal* dari *taskbar Fiit Summary* yang akan menampilkan data yang disarankan oleh *software Design Expert* berdasarkan:

1. *Sequential Model Sum of Square [Type I]* untuk model yang memiliki nilai " $Prob < F$ " lebih kecil sama dengan 0,05 (*significant*).
- 2, *Lack of Fit Test* untuk model yang memiliki nilai " $Prob > F$ " lebih besar sama dengan 0,05.
- 3, *Model Summery Statistic*, model terbaik ditandai dengan nilai *Adjusted R-Squared* dan *Predicted R-Squared* yang tinggi.

Kesesuaian antara hasil aktual dengan yang diprediksikan oleh *software Design Expert* dapat dilihat melalui *contour plot* gambar 2 dimensi. *Software* ini akan menampilkan hasil aktual pada *design space*. Respon yang dianalisis akan berperan sebagai fungsi dari dua komponen campuran. Bagian ini sudah meliputi *two centroids* yang ditandai dengan titik merah serta angka 2 yang berada di tengah

grafik. Respon yang terpilih akan ditampilkan dengan perubahan *cursor* menjadi tanda positif (+) pada satu titik di dalam (Stat-ease, 2021).

Selain itu, *software* ini dapat menyelesaikan persamaan polinomial di mana persamaan tersebut dapat ditampilkan dalam plot kenormalan atau *contour plot* lain berupa grafik 3 dimensi, sehingga dapat menggambarkan bagaimana kombinasi komponen saling mempengaruhi respon (Nurul, 2018).

3.2.2 Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan produk *food bar*, penelitian ini meliputi :

1) Respon Kimia

Respon Kimia dilakukan dengan analisis kadar air dan kadar serat menggunakan metode gravimetri (SNI, 1992), analisis kadar protein menggunakan metode *Kjedahl* (SNI, 1992), dan analisis kadar lemak metode *Soxhlet* (AOAC, 2016).

2) Respon Organoleptik

Rancangan organoleptik dilakukan dengan menggunakan metode uji hedonik. Uji hedonik dilakukan untuk menganalisis berdasarkan tingkat kesukaan panelis terhadap produk *food bar*. Atribut penilaian berupa warna, aroma, rasa dan tekstur. Jumlah panelis yang digunakan adalah sebanyak 30 orang panelis.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan *food bar* adalah sebagai berikut:

1. Penimbangan

Seluruh bahan berupa tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf, *High Fructose Corn Syrup* (HFCS), kacang tanah, kismis, dan margarin dilakukan penimbangan terlebih dahulu untuk mendapatkan berat bahan sesuai formulasi yang sudah didapatkan.

2. Size Reduction

Bahan-bahan seperti kacang tanah dan kismis dilakukan *size reduction* atau pengecilan ukuran untuk mendapatkan ukuran yang seragam.

3. *Dry Mix*

Bahan-bahan kering seperti tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf, kacang tanah, dan kismis dilakukan pencampuran menggunakan wadah dan spatula melalui proses *dry mixing*. Proses *dry mixing* ini dilakukan untuk memastikan seluruh bahan kering tercampur homogen sebelum penambahan bahan basah, sehingga distribusi komponen gizi dan cita rasa dalam produk akhir dapat lebih merata dan konsisten.

4. *Wet Mix*

Bahan-bahan basah seperti *High Fructose Corn Syrup* (HFCS) dan margarin dicampurkan dengan bahan-bahan kering yang telah melalui proses *dry mixing*, kemudian dilakukan pencampuran secara menyeluruh hingga diperoleh adonan yang homogen dan bertekstur padat. Proses ini dikenal sebagai *wet mixing*, yaitu pencampuran antara bahan basah dan bahan kering untuk menghasilkan adonan dengan konsistensi yang sesuai sebelum tahap pencetakan atau pemanggangan dilakukan.

5. Pencetakan

Adonan yang telah tercampur rata ditekan secara merata ke dalam cetakan persegi panjang berukuran 7,5 cm × 2,5 cm. Adonan diratakan dan dipadatkan menggunakan spatula atau alat penekan hingga memiliki ketebalan seragam 3 cm. Proses pencetakan berfungsi untuk membentuk adonan menjadi ukuran dan bentuk batangan yang seragam, sehingga menjaga konsistensi berat dan tampilan produk.

6. Pemanggangan

Food bar dipanggang dalam oven dengan suhu 150°C selama 15 menit hingga permukaan menjadi sedikit kecokelatan dan padat. Proses pemanggangan ini bertujuan untuk mematangkan produk dan membuat tekstur produk menjadi padat dan renyah.

7. *Tempering*

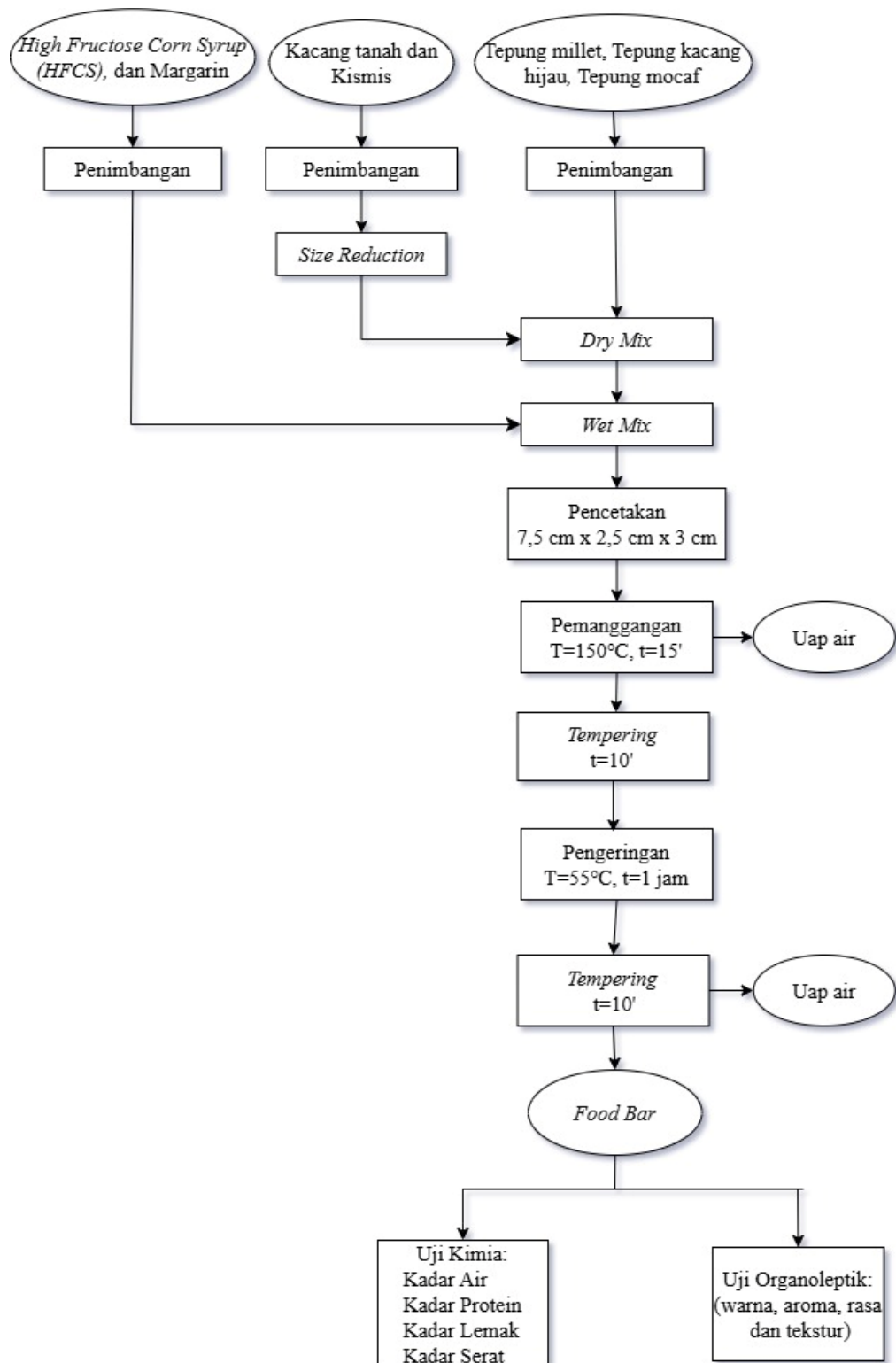
Setelah proses pemanggangan, dilakukan *tempering* atau penurunan selama 10 menit hingga suhu produk menjadi stabil. *Tempering* dilakukan untuk menghentikan proses pemasakan.

8. Pengeringan

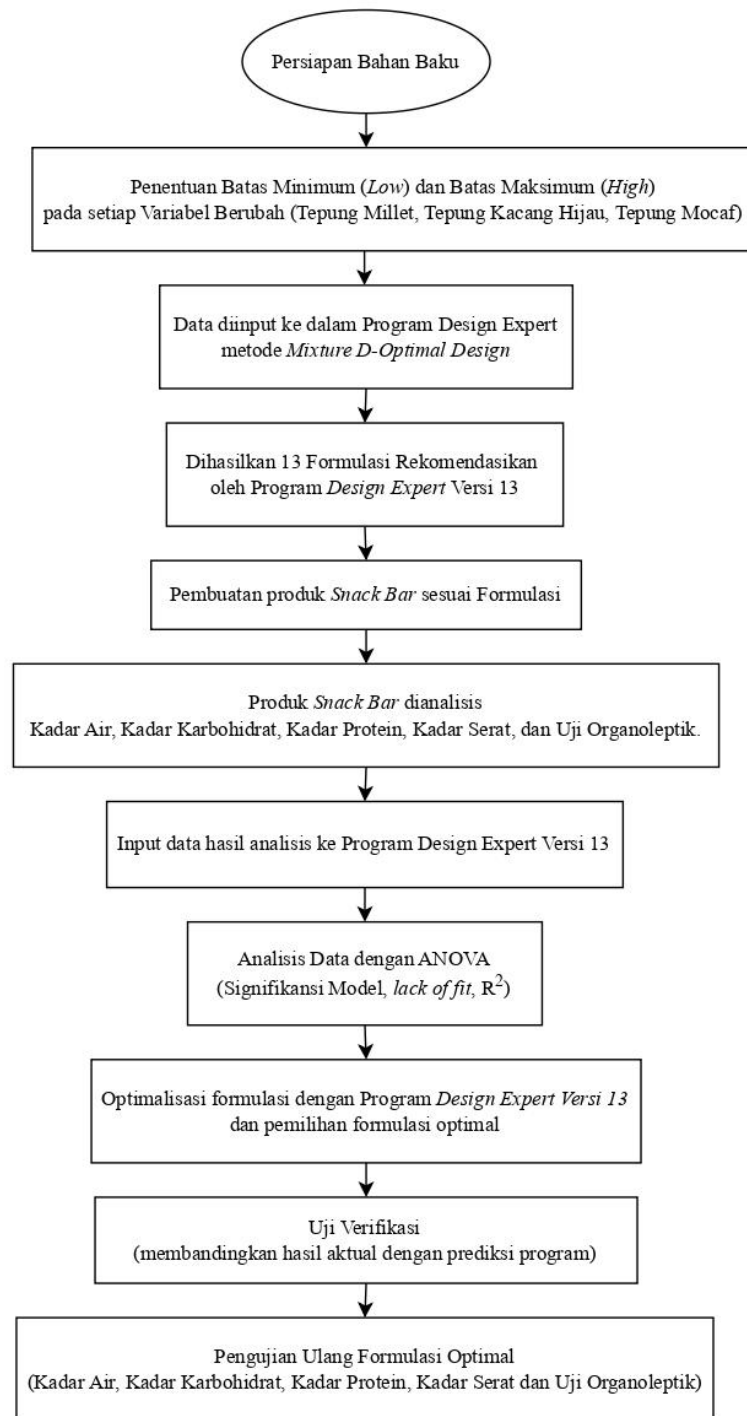
Dilakukan pengeringan menggunakan mesin *cabinet dryer* pada suhu 55°C selama 1 jam untuk menurunkan kadar air hingga stabil dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan.

9. *Tempering*

Setelah proses pengeringan, dilakukan *tempering* atau penurunan selama 10 menit hingga suhu produk menjadi stabil. *Tempering* dilakukan untuk menghentikan proses pemasakan.



Gambar 13. Diagram Alir Pembuatan *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf



Gambar 14. Diagram Alir Penelitian Menggunakan *Design Expert*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai (1) Hasil Penelitian Pendahuluan, (2) Hasil Penelitian Utama, (3) Penentuan Formulasi Optimal, (4) Verifikasi Hasil Optimal, dan (5) Penentuan Kalori *Food Bar* Formulasi Optimal.

4.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan dilakukan penentuan formulasi dasar yang akan menunjang penelitian utama. Dari hasil penelitian pendahuluan, formulasi dasar yang diperoleh dari hasil *trial and error* di mana terdapat variabel tetap yaitu *High Fructose Corn Syrup* (HFCS), kacang tanah, kismis, dan margarin, sedangkan untuk variabel berubah tepung millet, tepung, kacang hijau, dan tepung mocaf. Berikut data hasil *trial and error* dapat dilihat pada tabel 9 dan 10.

Tabel 9. Variabel Tetap Dalam Pembuatan *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Variabel Tetap	(%)
<i>High Fructose Corn Syrup</i> (HFCS)	6,4
Kacang Tanah	16,61
Kismis	9,6
Margarin	7,38

Tabel 10. Variabel Berubah Dalam Pembuatan *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Variabel Berubah	Low (%)	High (%)
Tepung Millet	20	25
Tepung Kacang Hijau	15	20
Tepung Mocaf	15	20

Batas atas dan bawah pada tabel di atas akan digunakan pada *Design Expert* sebagai data perancangan formulasi yang berfungsi untuk mencari rancangan dari komponen-komponen yang akan dibuat sehingga dapat menghasilkan formulasi yang optimal (Agustina dkk., 2020). Formulasi dasar yang dihasilkan oleh *Design Expert* dapat dilihat pada tabel 12 berikut:

Tabel 11. Formulasi *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf Hasil Rekomendasi Design Expert

Run	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	<i>High Fructose Corn Syrup (HFCS)</i>	Kacang Tanah	Kismis	Margarin
1	24,17	19,17	16,67	25,59	66,46	38,39	29,52
2	23,33	18,33	18,33	25,59	66,46	38,39	29,52
3	25	15	20	25,59	66,46	38,39	29,52
4	20	20	20	25,59	66,46	38,39	29,52
5	22,5	17,5	20	25,59	66,46	38,39	29,52
6	25	20	15	25,59	66,46	38,39	29,52
7	22,50	20	17,5	25,59	66,46	38,39	29,52
8	24,17	16,67	19,17	25,59	66,46	38,39	29,52
9	20	20	20	25,59	66,46	38,39	29,52
10	21,67	19,17	19,17	25,59	66,46	38,39	29,52
11	25	15	20	25,59	66,46	38,39	29,52
12	25	20	15	25,59	66,46	38,39	29,52
13	25	17,5	17,5	25,59	66,46	38,39	29,52

Rancangan formulasi yang dihasilkan oleh *Design Expert* sebanyak 13 formulasi. Data yang sudah didapatkan akan dianalisis sesuai dengan respon yang dibutuhkan dan akan dimasukkan ke dalam setiap formulasi yang tersedia pada *Design Expert*. Respon yang akan dianalisis meliputi respon kimia dengan menganalisis kadar air, kadar serat, kadar protein, kadar lemak, dan respon organoleptik dengan uji kesukaan.

4.2 Penelitian Utama

Untuk hasil respon analisis kimia dan organoleptik pada penelitian utama dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 12. Hasil Analisis Kimia Penelitian Utama

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Kadar Air	Kadar Serat	Kadar Protein	Kadar Lemak
F1	24,17%	19,17%	16,67%	10,8%	13,34%	17,33%	12,29%
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	10,74%	12,57%	16,39%	11,75%
F3	25%	15%	20%	10,9%	14,29%	18,41%	12,55%
F4	20%	20%	20%	9,95%	9,34%	14,04%	10,95%
F5	22,5%	17,5%	20%	10,5%	11,29%	15,39%	11,53%
F6	25%	20%	15%	10,8%	14,57%	18,48%	12,89%
F7	22,50%	20%	17,5%	10,45%	11,35%	15,64%	11,51%
F8	24,17%	16,67%	19,17%	10,8%	13,35%	17,16%	12,32%
F9	20%	20%	20%	10%	9,29%	14,44%	10,89%
F10	21,67%	19,17%	19,17%	10,25%	10,57%	14,89%	11,1%
F11	25%	15%	20%	10,95%	14,57%	18,36%	12,89%
F12	25%	20%	15%	10,85%	14,35%	18,25%	12,74%
F13	25%	17,5%	17,5%	10,8%	14,29%	18,1%	12,55%

Tabel 13. Hasil Analisis Organoleptik Penelitian Utama

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Warna	Tekstur	Aroma	Rasa
F1	24,17%	19,17%	16,67%	2,77	3,9	4	3,83
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	3,77	4,13	4	3,43
F3	25%	15%	20%	3,8	3,58	4,42	4,45
F4	20%	20%	20%	38,3	4,07	4	4,2
F5	22,5%	17,5%	20%	3,9	4,27	4,23	4,07
F6	25%	20%	15%	4	4	4,13	3,83
F7	22,50%	20%	17,5%	4,57	4,37	3,67	3,77
F8	24,17%	16,67%	19,17%	3,7	4,3	4,33	3,9
F9	20%	20%	20%	3,73	4,27	3,97	4,7
F10	21,67%	19,17%	19,17%	3,43	3,63	3,6	3,97
F11	25%	15%	20%	3,77	4,17	4,47	4,2
F12	25%	20%	15%	3,93	4,5	4,1	4,2
F13	25%	17,5%	17,5%	3	3,9	4,1	4,1

4.2.1 Analisis Respon Kimia

1. Kadar Air

Kadar air bahan pangan sangat mempengaruhi kemampuan produk dalam menahan kerusakan. Keberadaan air dalam pangan selalu berkaitan dengan kualitas bahan pangan dan merupakan ukuran kandungan kering atau kandungan atau kandungan padatan. Udara dalam material dapat digunakan sebagai indikator stabilitas penyimpanan dan penentu kualitas sensorik terutama rasa dan tekstur (Prasetyo, 2019). Dalam produk berbentuk batang (*bar*), kandungan air yang relatif rendah sangat penting untuk menjaga tekstur, kekerasan, serta umur simpan (Nurhasanah, 2025).

Kadar air memiliki pengaruh penting terhadap karakteristik fisik dan mutu produk pangan berbasis tepung. Pada tepung millet, kadar air bahan yang lebih tinggi memengaruhi ukuran partikel dan kerusakan pati selama proses misalnya, perlakuan seperti perendaman, pemanggangan atau penggilingan, sehingga berdampak pada daya serap air dan kestabilan adonan produk olahan seperti mie atau roti (Li, 2020). Sementara itu, pada tepung kacang hijau, kadar air tinggi dapat meningkatkan interaksi pati–protein dan merusak struktur gel, yang menyebabkan penurunan viskoelastisitas serta tekstur produk akhir (Wang, 2024). Adapun pada tepung mocaf, peningkatan kadar air bahan dalam proses ekstrusi menurunkan rasio ekspansi dan meningkatkan kepadatan produk karena gelembung udara dalam adonan cenderung runtuh, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih padat (Muazam, 2023). Dengan demikian, pengendalian kadar air pada bahan baku menjadi faktor penting untuk memperoleh karakteristik tekstur dan mutu produk yang optimal dalam formulasi pangan berbasis tepung lokal. Di bawah ini disajikan hasil penelitian kadar air sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Air *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Kadar Air
F1	24,17%	19,17%	16,67%	10,8%
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	10,74%
F3	25%	15%	20%	10,9%
F4	20%	20%	20%	9,95%
F5	22,5%	17,5%	20%	10,5%
F6	25%	20%	15%	10,8%
F7	22,50%	20%	17,5%	10,45%
F8	24,17%	16,67%	19,17%	10,8%
F9	20%	20%	20%	10%
F10	21,67%	19,17%	19,17%	10,25%
F11	25%	15%	20%	10,95%
F12	25%	20%	15%	10,85%
F13	25%	17,5%	17,5%	10,8%

Berdasarkan hasil analisis respon kimia pengujian kadar air metode gravimetri yang terdapat pada tabel 14, dapat diketahui bahwa dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai kadar air berada direntang 9,95% - 10,95%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 4 dengan nilai 9,95% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 11 dengan nilai 10,95%.

Metode polinomial yang disarankan oleh *Design Expert* untuk respon kadar air yaitu linear. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan taraf 5% model linear yang direkomendasikan adalah *significant*, yang ditunjukkan dengan nilai p “ $\text{prob}<F$ ” sebesar 0,0001. Hal ini menunjukkan proporsi antara tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf memberikan nilai respon berbeda nyata pada model *food bar*. *Lack of fit* dari model linear yang direkomendasikan bernilai *not significant*. Hal ini menunjukkan dengan p -value pada *lack of fit* sebesar 0,0668 dengan nilai “ $\text{prob}>F$ ” lebih besar atau sama dengan 0,1 sehingga menunjukkan *not significant*. *Lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan dan menjadi syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian data respon kimia uji kadar air dengan model.

Tabel 15. Tabel Anova Respon Kadar Air pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf

<i>Source</i>	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean square</i>	<i>F-value</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	1,38	2	0,6901	155,74	< 0,0001	<i>significant</i>
<i>Linear mixture</i>	1,38	2	0,6901	155,74	< 0,0001	
<i>Residual</i>	0,0443	10	0,0044			
<i>Lack of fit</i>	0,0418	7	0,0060	7,17	0,0668	<i>not significant</i>
<i>Pure error</i>	0,0025	3	0,0008			
<i>Cor total</i>	1,42	12				

Tabel 16. Fit Statistik Kadar Air pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

<i>Std.Dev</i>	0,0666	<i>R²</i>	0,9689
<i>Mean</i>	10,60	<i>Adjusted R²</i>	0,9627
<i>CV.%</i>	0,6278	<i>Predicted R²</i>	0,9566
		<i>Adec precision</i>	30,0213

Nilai *predicted R-square* dan *adjusted R-squared* untuk respon kadar air sebesar 0,9566 dan 0,9627. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *predicted R-squared* yang dihasilkan mendukung nilai *adjusted R-squared* yang dihasilkan karena selisih dari keduanya tidak lebih dari 0,2. *Adequate precision* untuk respon kadar air senilai 30,0213. Nilai *adequate precision* yang lebih besar dari 4 menghasilkan sinyal yang memadai. Model ini dapat digunakan untuk menavigasi *design space*. Secara keseluruhan, model yang dihasilkan memenuhi syarat sebagai model yang baik sehingga dapat memberikan prediksi yang baik.

Persamaan model matematika analisis kadar air ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y=A(11,81)+B(9,89)+C(10,11)$$

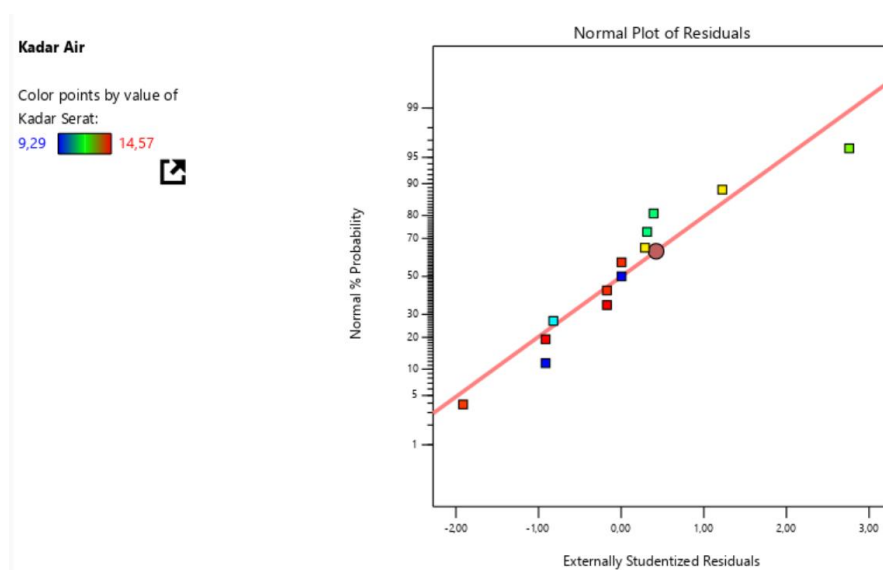
Keterangan :

A= Tepung Millet

B= Tepung Kacang Hijau

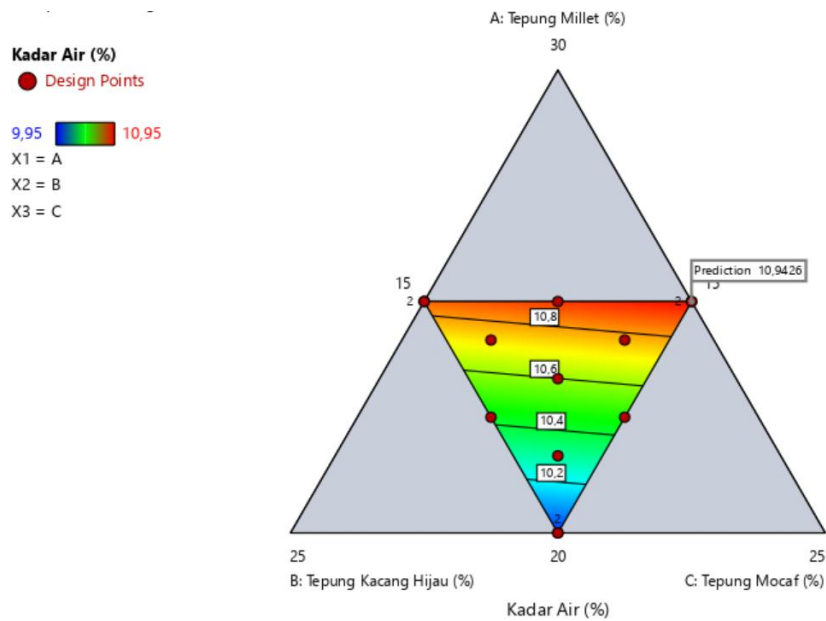
C= Tepung Mocaf

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling tinggi berkontribusi terhadap nilai analisis kadar air pada produk *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yaitu interaksi koefisien A (tepung millet). Hal ini ditandai dengan interaksi koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 11,81 apabila dibandingkan dengan komponen lainnya.



Gambar 15. Grafik *Normal Plot of Residuals* Respon Kadar Air

Grafik *normal plot of residuals* di atas terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada dekat di sepanjang garis normal, sehingga dapat dinyatakan bahwa data-data untuk respon kadar air menyebar normal menunjukkan adanya pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kimia kadar air. Warna biru menunjukkan warna respon kadar air terendah yaitu 9,29%, dan warna merah menunjukkan nilai respon kadar air tertinggi yaitu 14,575%.



Gambar 16. Grafik *Countour Respon Kadar Air*

Gambar di atas menunjukkan bagaimana kombinasi antara A (tepung millet), B (tepung kacang hijau), C (tepung mocaf) saling mempengaruhi analisis kimia respon kadar air. Titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah yang berbeda menghasilkan respon kadar air.

Berdasarkan hasil analisis kadar air menggunakan metode gravimetri, didapatkan hasil dari 13 formulasi *food bar* bahwa nilai kadar air tertinggi yaitu pada formulasi 10 dengan nilai kadar air sebesar 10,95%, sedangkan nilai kadar air terendah yaitu pada formulasi 4 dengan nilai kadar air sebesar 9,95%. Hasil dari analisis kadar air tersebut seluruh formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf memiliki kadar air yang sesuai dengan ketentuan *food bar* (USDA National Database for Standard Reference, 2015) yaitu maksimal 11,26%. Nilai kadar air yang rendah akan menambah umur simpan produk karena tidak mudah ditumbuhi mikroorganisme.

2. Kadar Serat

Kadar serat pada bahan pangan sangat menentukan nilai gizi, sifat fungsional, dan efek fisiologis produk; serat pangan membantu kesehatan saluran cerna, memperlambat pencernaan karbohidrat, serta memberi rasa kenyang lebih lama sehingga memengaruhi satietas konsumen (Suresh, 2024). Kandungan serat pada *food bar* sangat ditentukan oleh jenis bahan baku serta proporsi bahan berserat yang digunakan dalam formulasi. Pemanfaatan bahan seperti *oat*, *bran*, kulit buah, dan *by-product* kaya serat terbukti mampu meningkatkan *total dietary fibre* produk akhir (Singh, 2022).

Kadar serat pada bahan pangan seperti tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf berperan penting dalam menentukan karakteristik fisik dan sensoris produk olahan. Peningkatan kadar serat umumnya meningkatkan daya serap air dan memperkuat struktur matriks adonan, namun juga menyebabkan produk menjadi lebih padat dan keras karena serat mengganggu pembentukan jaringan pati dan gluten. Pada tepung millet, tingginya kandungan serat pangan ($\pm 12\text{--}13$ g/100 g) meningkatkan nilai gizi dan stabilitas, tetapi berpotensi menurunkan volume pengembangan dan membuat tekstur lebih rapat (Li, 2020).

Tepung kacang hijau juga merupakan sumber serat larut dan tidak larut yang baik; peningkatan penggunaannya dalam formulasi produk roti atau *bar* meningkatkan kekompakan dan menurunkan kekenyalan, meskipun memberikan efek positif terhadap nilai fungsional dan kenyang lebih lama (Jeong, 2018; *Frontiers in Nutrition*, 2023). Adapun tepung mocaf mengandung serat pangan 8–11 %, yang dapat meningkatkan densitas dan menurunkan kerapuhan produk, tetapi sekaligus memperbaiki stabilitas fisik serta daya tahan simpan (Muazam, 2023).

Secara umum, kadar serat yang terlalu tinggi dapat mengurangi penerimaan panelis karena produk terasa lebih keras, kering, atau bertekstur kasar; oleh sebab itu, optimasi proporsi serat diperlukan untuk menjaga keseimbangan antara nilai fungsional dan kualitas sensori produk *food bar* berbasis bahan lokal. Di bawah ini disajikan hasil penelitian kadar serat sebagai berikut:

Tabel 17. Hasil Analisis Kadar Serat *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Kadar Serat
F1	24,17%	19,17%	16,67%	13,34%
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	12,57%
F3	25%	15%	20%	14,29%
F4	20%	20%	20%	9,34%
F5	22,5%	17,5%	20%	11,29%
F6	25%	20%	15%	14,57%
F7	22,50%	20%	17,5%	11,35%
F8	24,17%	16,67%	19,17%	13,35%
F9	20%	20%	20%	9,29%
F10	21,67%	19,17%	19,17%	10,57%
F11	25%	15%	20%	14,57%
F12	25%	20%	15%	14,35%
F13	25%	17,5%	17,5%	14,29%

Berdasarkan hasil analisis respon kimia pengujian kadar serat metode gravimetri yang terdapat pada tabel 17, dapat diketahui bahwa dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai kadar serat kasar berada direntang 9,29% - 14,57%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 9 dengan nilai 9,29% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 6 dan 11 dengan nilai 14,57%.

Metode polinomial yang disarankan oleh *Design Expert* untuk respon kadar serat yaitu *special cubic*. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan taraf 5% model *special cubic* yang direkomendasikan adalah *significant*, yang ditunjukkan dengan nilai p “prob<F” sebesar 0,0001. Hal ini menunjukkan proporsi antara tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf memberikan nilai respon berbeda nyata pada model *food bar*. *Lack of fit* dari model *special cubic* yang direkomendasikan bernilai *not significant*. Hal ini menunjukkan dengan *p-value* pada *lack of fit* sebesar 0,8092 dengan nilai “prob>F” lebih besar atau sama dengan 0,05 sehingga menunjukkan *not significant*. *Lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan dan menjadi syarat untuk model yang baik

dan menunjukkan adanya kesesuaian data respon kimia uji kadar serat dengan model.

Tabel 18. Tabel Anova Respon Kadar Serat pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf

<i>Source</i>	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean square</i>	<i>F-value</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	46,17	6	7,78	678,84	< 0,0001	<i>significant</i>
<i>Linear mixture</i>	46,17	2	23,08	2012,89	< 0,0001	
AB	0,0538	1	0,0538	4,69		
AC	0,0569	1	0,0569	4,96		
BC	0,0839	1	0,0839	7,32		
ABC	0,0879	1	0,0879	7,67		
<i>Residual</i>	0,0688	6	0,0115			
<i>Lack of fit</i>	0,0169	3	0,0056	0,3257	0,8092	<i>not significant</i>
<i>Pure error</i>	0,0519	3	0,0173			
<i>Cor total</i>	46,78	12				

Tabel 19. Fit Statistik Kadar Serat pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

<i>Std.Dev</i>	0,1071	<i>R²</i>	0,9985
<i>Mean</i>	12,56	<i>Adjusted R²</i>	0,9971
<i>CV.%</i>	0,8529	<i>Predicted R²</i>	0,9913
		<i>Adec precision</i>	65,5748

Nilai *predicted R-square* dan *adjusted R-squared* untuk respon kadar serat sebesar 0,9913 dan 0,9971. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *predicted R-squared* yang dihasilkan mendukung nilai *adjusted R-squared* yang dihasilkan karena selisih dari keduanya tidak lebih dari 0,2. *Adequate precision* untuk respon kadar serat senilai 65,5748. Nilai *adequate precision* yang lebih besar dari 4 menghasilkan sinyal yang memadai. Model ini dapat digunakan untuk menavigasi *design space*. Secara keseluruhan, model yang dihasilkan memenuhi syarat sebagai model yang baik sehingga dapat memberikan prediksi yang baik.

Persamaan model matematika analisis kadar serat ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y=A(14,12)+B(0,7049)+C(0,2982)$$

Keterangan :

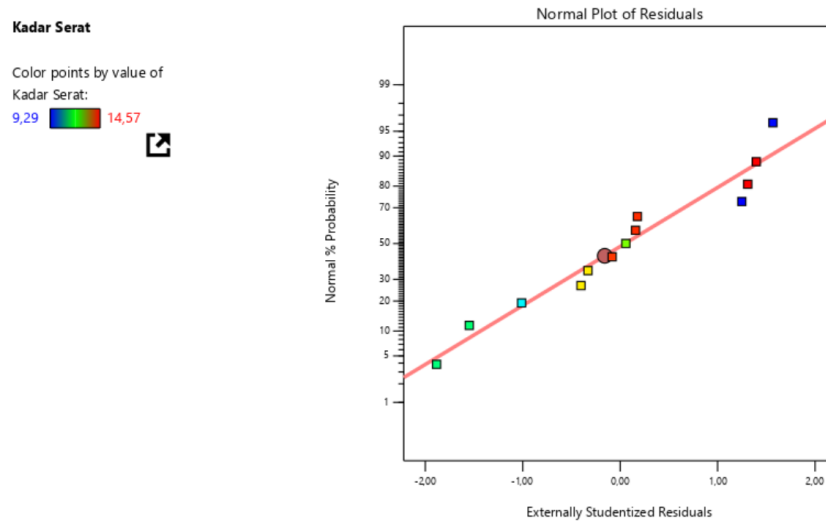
A= Tepung Millet

B= Tepung Kacang Hijau

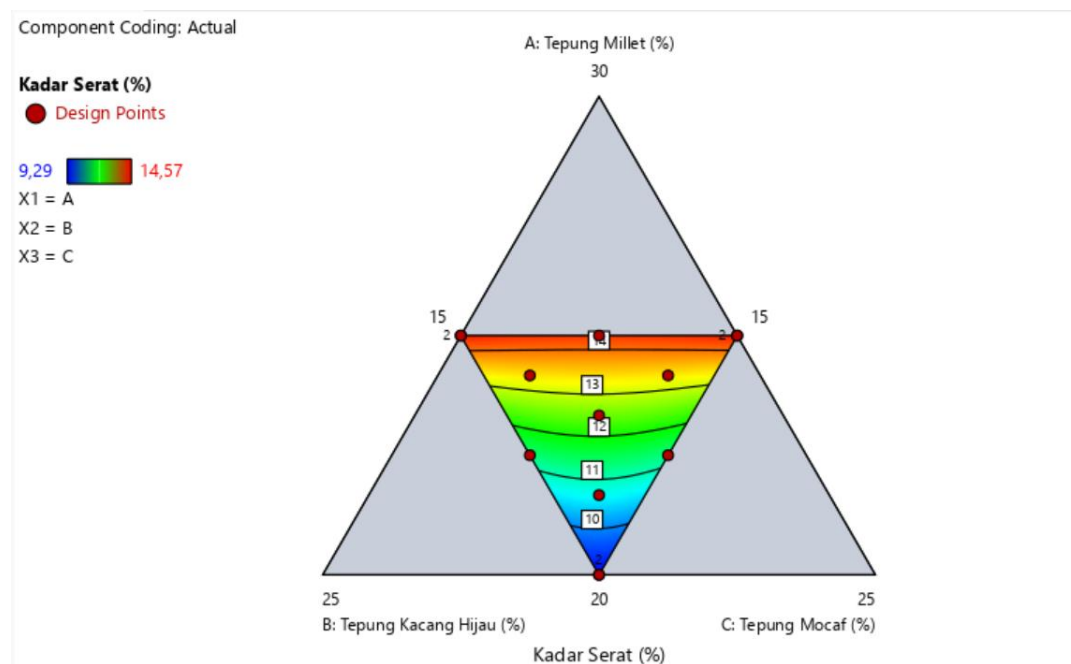
C= Tepung Mocaf

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling tinggi berkontribusi terhadap nilai analisis kadar serat pada produk *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yaitu interaksi koefisien A (tepung millet). Hal ini ditandai dengan interaksi koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 14,12 apabila dibandingkan dengan komponen lainnya.

Grafik *normal plot of residuals* di bawah terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada dekat di sepanjang garis normal, sehingga dapat dinyatakan bahwa data-data untuk respon kadar serat menyebar normal menunjukkan adanya pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kimia kadar serat. Warna biru menunjukkan warna respon kadar serat terendah yaitu 9,29%, dan warna merah menunjukkan nilai respon kadar serat tertinggi yaitu 14,57%.



Gambar 17. Grafik *Normal Plot of Residuals* Respon Kadar Serat



Gambar 18. Grafik *Countour* Respon Kadar Serat

Gambar di atas menunjukkan bagaimana kombinasi antara A (tepung millet), B (tepung kacang hijau), C (tepung mocaf) saling mempengaruhi analisis kimia respon kadar serat. Titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah yang berbeda menghasilkan respon kadar serat.

Berdasarkan hasil analisis kadar serat menggunakan metode gravimetri, didapatkan hasil dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai kadar serat berada direntang 9,29% - 14,57%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 9 dengan nilai 9,29% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 6 dan 11 dengan nilai 14,57%. Hasil dari analisis kadar serat tersebut seluruh formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf memiliki kadar serat yang sesuai dengan ketentuan *food bar* (USDA National Database for Standard Reference, 2015) yaitu minimal 8,30%. Nilai serat yang tinggi akan memberikan rasa kenyang lebih lama.

3. Kadar Protein

Kadar protein pada bahan pangan berperan penting dalam menentukan nilai gizi, tekstur, dan cita rasa suatu produk. Protein berfungsi sebagai sumber asam amino esensial dan berperan dalam pembentukan struktur fisik produk pangan, termasuk *food bar*. Menurut Winarno (2008), kandungan protein yang cukup dapat meningkatkan mutu gizi dan sifat organoleptik produk. Kadar protein dalam *food bar* dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan, seperti kacang-kacangan, biji-bijian, dan susu bubuk, yang merupakan sumber protein nabati dan hewani (Putri dkk., 2020).

Kadar protein pada tepung berperan penting dalam menentukan sifat fungsional dan karakteristik fisik produk pangan, seperti elastisitas, kekompakan, dan tekstur akhir. Tepung millet memiliki kadar protein sekitar 10–13%, dengan profil asam amino yang seimbang dan kandungan lisin yang relatif tinggi dibanding sereal lain. Kandungan protein ini berkontribusi terhadap pembentukan struktur yang kompak dan meningkatkan nilai gizi, meskipun teksturnya cenderung lebih rapuh karena ketiadaan gluten (Li, 2020). Tepung kacang hijau mengandung protein sekitar 20–25%, terutama albumin dan globulin, yang berfungsi sebagai pengikat air dan memperkuat tekstur produk, namun jika digunakan berlebihan dapat menyebabkan produk menjadi keras dan memiliki rasa khas kacang yang kuat (Nasir, 2022; Jeong, 2018). Sementara itu, tepung mocaf memiliki kadar protein lebih rendah, sekitar 1–2%, sehingga umumnya digunakan dalam campuran dengan

tepung berprotein lebih tinggi untuk memperbaiki karakteristik fisik produk (Muazam, 2023).

Secara umum, peningkatan kadar protein dari bahan seperti millet dan kacang hijau dapat memperbaiki tekstur dan nilai fungsional *food bar*, tetapi perlu diimbangi agar tidak menurunkan kelembutan dan penerimaan panelis terhadap produk akhir. Di bawah ini disajikan hasil penelitian kadar protein sebagai berikut:

Tabel 20. Hasil Analisis Kadar Protein *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Kadar Protein
F1	24,17%	19,17%	16,67%	17,33%
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	16,39%
F3	25%	15%	20%	18,41%
F4	20%	20%	20%	14,04%
F5	22,5%	17,5%	20%	15,39%
F6	25%	20%	15%	18,48%
F7	22,50%	20%	17,5%	15,64%
F8	24,17%	16,67%	19,17%	17,16%
F9	20%	20%	20%	14,44%
F10	21,67%	19,17%	19,17%	14,89%
F11	25%	15%	20%	18,36%
F12	25%	20%	15%	18,25%
F13	25%	17,5%	17,5%	18,1%

Berdasarkan hasil analisis respon kimia pengujian kadar protein metode kjedahl yang terdapat pada tabel 21, dapat diketahui bahwa dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai kadar protein berada direntang 14,04% - 18,48%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 4 dengan nilai 14,04% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 6 dengan nilai 18,48%.

Metode polinomial yang disarankan oleh *Design Expert* untuk respon kadar serat yaitu *quadratic*. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan taraf 5% model *quadratic* yang direkomendasikan adalah *significant*, yang ditunjukkan dengan nilai p “prob<F” sebesar 0,0001. Hal ini menunjukkan proporsi antara tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf memberikan nilai respon berbeda

nyata pada model *food bar*. *Lack of fit* dari model *quadratic* yang direkomendasikan bernilai *not significant*. Hal ini menunjukkan dengan *p-value* pada *lack of fit* sebesar 0,8684 dengan nilai “*prob>F*” lebih besar atau sama dengan 0,05 sehingga menunjukkan *not significant*. *Lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan dan menjadi syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian data respon kimia uji kadar protein dengan model.

Tabel 21. Tabel Anova Respon Kadar Protein pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf

<i>Source</i>	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean square</i>	<i>F-value</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	32,23	5	6,45	291,90	< 0,0001	<i>significant</i>
<i>Linear mixture</i>	30,91	2	15,45	699,75	< 0,0001	
<i>AB</i>	0,7774	1	0,7774	35,20	0,0006	
<i>AC</i>	0,3431	1	0,3431	15,54	0,0056	
<i>BC</i>	0,0383	1	0,0383	1,74	0,2292	
<i>Residual</i>	0,1546	7	0,0221			
<i>Lack of fit</i>	0,0431	4	0,0108	0,2903	0,8684	<i>not significant</i>
<i>Pure error</i>	0,1115	3	0,0372			
<i>Cor total</i>	32,39	12				

Tabel 22. Fit Statistik Kadar Protein pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

<i>Std.Dev</i>	0,1486	<i>R²</i>	0,9952
<i>Mean</i>	16,69	<i>Adjusted R²</i>	0,9918
<i>CV.%</i>	0,8905	<i>Predicted R²</i>	0,9789
		<i>Adec precision</i>	41,3896

Nilai *predicted R-square* dan *adjusted R-squared* untuk respon kadar protein sebesar 0,9789 dan 0,9918. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *predicted R-squared* yang dihasilkan mendukung nilai *adjusted R-squared* yang dihasilkan karena selisih dari keduanya tidak lebih dari 0,2. *Adequate precision* untuk respon kadar protein senilai 41,3896. Nilai *adequate precision* yang lebih besar dari 4 menghasilkan sinyal yang memadai. Model ini dapat digunakan untuk menavigasi

design space. Secara keseluruhan, model yang dihasilkan memenuhi syarat sebagai model yang baik sehingga dapat memberikan prediksi yang baik.

Persamaan model matematika analisis kadar protein ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y=A(27,61)+B(16,15)+C(13,85)$$

Keterangan :

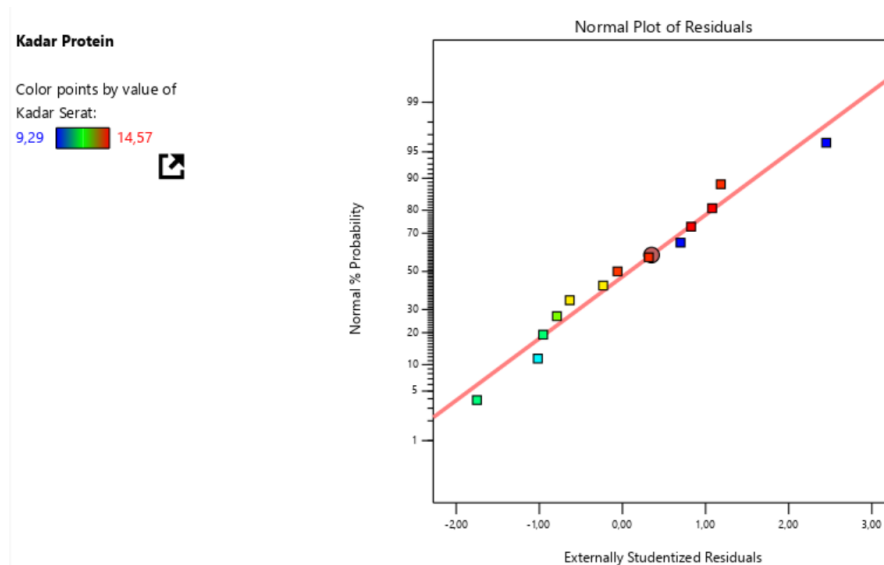
A= Tepung Millet

B= Tepung Kacang Hijau

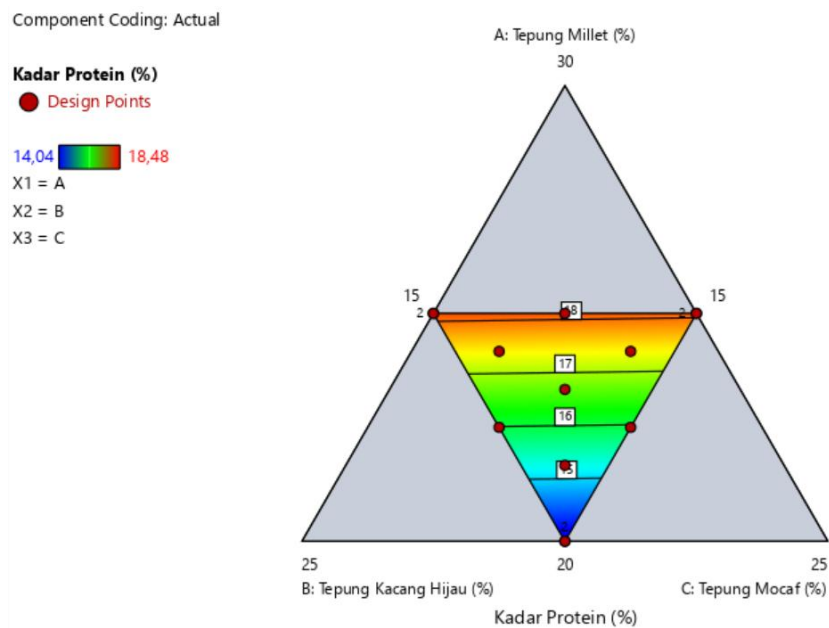
C= Tepung Mocaf

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling tinggi berkontribusi terhadap nilai analisis kadar protein pada produk *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yaitu interaksi koefisien A (tepung millet). Hal ini ditandai dengan interaksi koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 27,61 apabila dibandingkan dengan komponen lainnya.

Grafik *normal plot of residuals* di bawah terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada dekat di sepanjang garis normal, sehingga dapat dinyatakan bahwa data-data untuk respon kadar protein menyebar normal menunjukkan adanya pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kimia kadar protein. Warna biru menunjukkan warna respon kadar protein terendah yaitu 9,29%, dan warna merah menunjukkan nilai respon kadar protein tertinggi yaitu 14,57%.



Gambar 19. Grafik *Normal Plot of Residuals* Respon Kadar Protein



Gambar 20. Grafik *Countour* Respon Kadar Protein

Gambar di atas menunjukkan bagaimana kombinasi antara A (tepung millet), B (tepung kacang hijau), C (tepung mocaf) saling mempengaruhi analisis kadar protein. Titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda pada grafik menunjukkan hasil

kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah yang berbeda menghasilkan respon kadar protein.

Berdasarkan hasil analisis kadar protein menggunakan metode kjedahl, didapatkan hasil dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai kadar protein berada direntang 14,04% - 18,48%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 4 dengan nilai 14,04% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 6 dengan nilai 18,48%. Hasil dari analisis kadar protein tersebut seluruh formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf memiliki kadar protein yang sesuai dengan ketentuan *food bar* (USDA National Database for Standard Reference, 2015) yaitu minimal 9,30%. Nilai kadar protein berperan sebagai sumber asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh dan bermanfaat bagi konsumen aktif secara fisik atau yang membutuhkan asupan protein tambahan.

4. Kadar Lemak

Kadar lemak pada bahan pangan memiliki peranan penting dalam menentukan nilai energi, cita rasa, tekstur, serta daya simpan produk. Lemak berfungsi sebagai sumber kalori utama, media penghantar rasa, dan komponen pembentuk tekstur yang lembut pada produk pangan padat seperti *food bar*.

Kadar lemak pada bahan baku tepung berpengaruh terhadap cita rasa, tekstur, kestabilan, serta umur simpan produk olahan pangan. Tepung millet memiliki kadar lemak relatif tinggi untuk kelompok sereal, berkisar antara 4–7%, dengan kandungan asam lemak tak jenuh seperti oleat dan linoleat yang memberikan kontribusi terhadap rasa gurih serta meningkatkan kelembutan produk, namun rentan mengalami oksidasi selama penyimpanan (Saleh, 2013). Tepung kacang hijau mengandung lemak sekitar 1–2%, sebagian besar berupa asam lemak tak jenuh yang berperan dalam memperbaiki aroma dan meningkatkan kekenyalan produk, meskipun jumlah yang berlebih dapat memengaruhi kestabilan emulsi dan menyebabkan ketengikan (Nasir, 2022). Sementara itu, tepung mocaf memiliki kadar lemak yang sangat rendah (<1%), sehingga bersifat netral dan tidak

berpengaruh signifikan terhadap cita rasa, tetapi rendahnya kandungan lemak dapat mengurangi kelembutan dan *mouthfeel* produk yang dihasilkan (Muazam, 2023).

Secara keseluruhan, kombinasi bahan dengan variasi kadar lemak seperti millet, kacang hijau, dan mocaf dapat saling melengkapi dalam menghasilkan produk *food bar* dengan karakteristik fisik dan sensoris yang seimbang antara kekompakan, kerapuhan, dan rasa gurih alami. Di bawah ini disajikan hasil penelitian kadar lemak sebagai berikut:

Tabel 23. Hasil Analisis Kadar Lemak *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Kadar Lemak
F1	24,17%	19,17%	16,67%	12,29%
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	11,75%
F3	25%	15%	20%	12,55%
F4	20%	20%	20%	10,95%
F5	22,5%	17,5%	20%	11,53%
F6	25%	20%	15%	12,89%
F7	22,50%	20%	17,5%	11,51%
F8	24,17%	16,67%	19,17%	12,32%
F9	20%	20%	20%	10,89%
F10	21,67%	19,17%	19,17%	11,1%
F11	25%	15%	20%	12,89%
F12	25%	20%	15%	12,74%
F13	25%	17,5%	17,5%	12,55%

Berdasarkan hasil analisis respon kimia pengujian kadar lemak metode soxhlet yang terdapat pada tabel 24, dapat diketahui bahwa dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai kadar lemak berada direntang 10,89% - 12,89%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 9 dengan nilai 10,89% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 6 dan 11 dengan nilai 12,89%.

Metode polinomial yang disarankan oleh *Design Expert* untuk respon kadar serat yaitu *quadratic*. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan taraf 5% model *quadratic* yang direkomendasikan adalah *significant*, yang ditunjukkan dengan nilai p “prob<F” sebesar 0,0001. Hal ini menunjukkan proporsi antara tepung

millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf memberikan nilai respon berbeda nyata pada model *food bar*. *Lack of fit* dari model linear yang direkomendasikan bernilai *not significant*. Hal ini menunjukkan dengan *p-value* pada *lack of fit* sebesar 0,7341 dengan nilai “prob>F” lebih besar atau sama dengan 0,05 sehingga menunjukkan *not significant*. *Lack of fit not significant* menandakan bahwa model tidak ada penyimpangan dan menjadi syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian data respon kimia uji kadar lemak dengan model.

Tabel 24. Tabel Anova Respon Kadar Lemak pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf

<i>Source</i>	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean square</i>	<i>F-value</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	6,56	5	1,31	98,59	< 0,0001	<i>significant</i>
<i>Linear mixture</i>	6,24	2	3,12	234,72	< 0,0001	
AB	0,0931	1	0,0931	7,00		
AC	0,1373	1	0,1373	10,32		
BC	0,0343	1	0,0343	2,58		
<i>Residual</i>	0,0931	7	0,0406			
<i>Lack of fit</i>	0,0380	4	0,0501	0,5171	0,7341	<i>not significant</i>
<i>Pure error</i>	0,0551	3	0,0184			
<i>Cor total</i>	6,65	12				

Tabel 25. Fit Statistik Kadar Lemak pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

<i>Std.Dev</i>	0,1153	<i>R²</i>	0,9860
<i>Mean</i>	12,00	<i>Adjusted R²</i>	0,9760
<i>CV.%</i>	0,9609	<i>Predicted R²</i>	0,9521
		<i>Adec precision</i>	24,5860

Nilai *predicted R-square* dan *adjusted R-squared* untuk respon kadar lemak sebesar 0,9521 dan 0,9760. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *predicted R-squared* yang dihasilkan mendukung nilai *adjusted R-squared* yang dihasilkan karena selisih dari keduanya tidak lebih dari 0,2. *Adequate precision* untuk respon kadar lemak senilai 24,5860. Nilai *adequate precision* yang lebih besar dari 4 menghasilkan sinyal yang memadai. Model ini dapat digunakan untuk menavigasi *design space*.

Secara keseluruhan, model yang dihasilkan memenuhi syarat sebagai model yang baik sehingga dapat memberikan prediksi yang baik.

Persamaan model matematika analisis kadar lemak ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y=A(16,64)+B(11,44)+C(11,83)$$

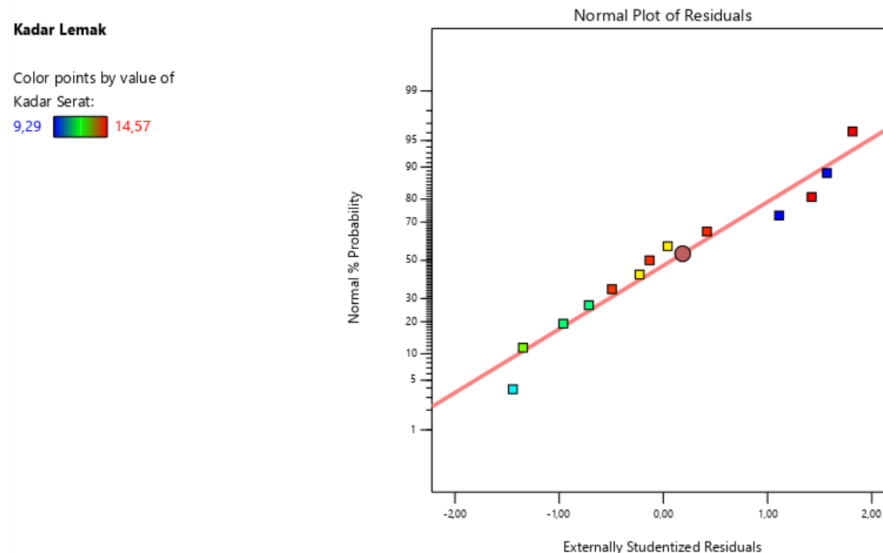
Keterangan :

A= Tepung Millet

B= Tepung Kacang Hijau

C= Tepung Mocaf

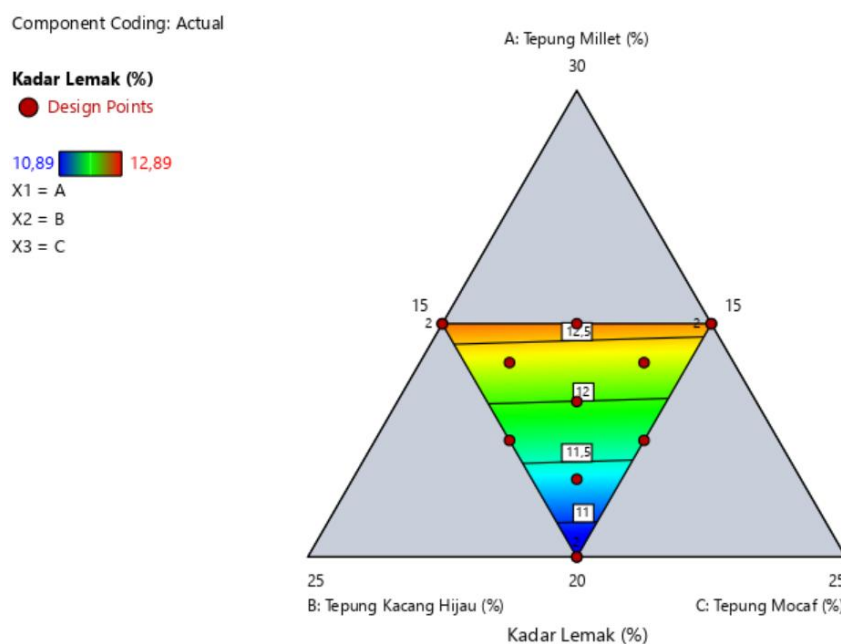
Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling tinggi berkontribusi terhadap nilai analisis kadar lemak pada produk *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yaitu interaksi koefisien A (tepung millet). Hal ini ditandai dengan interaksi koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 16,64 apabila dibandingkan dengan komponen lainnya.



Gambar 21. Grafik *Normal Plot of Residuals* Respon Kadar Lemak

Grafik *normal plot of residuals* di atas terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada dekat di sepanjang garis normal, sehingga dapat dinyatakan bahwa data-data untuk respon kadar lemak menyebar normal menunjukkan adanya pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kimia kadar lemak. Warna biru menunjukkan warna respon kadar lemak terendah yaitu 9,29%, dan warna merah menunjukkan nilai respon kadar lemak tertinggi yaitu 14,57%.

Gambar di bawah menunjukkan bagaimana kombinasi antara A (tepung millet), B (tepung kacang hijau), C (tepung mocaf) saling mempengaruhi analisis kimia pada respon kadar lemak. Titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah yang berbeda menghasilkan respon kadar lemak.



Gambar 22. Grafik *Countour* Respon Kadar Lemak

Berdasarkan hasil analisis kadar lemak menggunakan metode soxhlet, didapatkan hasil dari 13 formulasi *food bar* bahwa dihasilkan nilai kadar lemak berada direntang 10,89% - 12,89%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 9

dengan nilai 10,89% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 6 dan 11 dengan nilai 12,89%. Hasil dari analisis kadar lemak tersebut seluruh formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf memiliki kadar lemak yang sesuai dengan ketentuan *food bar* (USDA National Database for Standard Reference, 2015) yaitu minimal 10,95%. Nilai kadar lemak berfungsi sebagai *flavor enhancer* (peningkat cita rasa) dan membawa senyawa aroma yang membuat produk lebih disukai konsumen.

4.2.2 Analisis Respon Organoleptik

1. Warna

Faktor warna pada produk menjadi hal yang utama dalam menentukan penerimaan suatu produk oleh konsumen. Memiliki tekstur yang baik, dan bergizi terkadang menjadi hal yang disampingkan ketika warna produk tidak sesuai atau menyimpang dari warna yang seharusnya. Warna pada produk pangan bisa berubah karena terdapat proses pengolahan di dalamnya, baik terjadi akibat hilangnya sebagian pigmen akibat adanya pelepasan cairan sel maupun akibat adanya suatu proses pemanasan (Yulianti, 2017).

Perubahan warna pada produk *food bar* selama proses pemanggangan umumnya disebabkan oleh reaksi *maillard*, yaitu reaksi non-enzimatis antara gugus karbonil dari gula pereduksi dan gugus amina dari asam amino atau protein. Reaksi ini menghasilkan senyawa melanoidin yang memberikan warna coklat keemasan dan aroma khas pada produk panggang (Nurhadi, 2021). Dalam formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf, intensitas reaksi *maillard* sangat dipengaruhi oleh kandungan protein dan gula pereduksi dari masing-masing tepung. Tepung millet memiliki kadar protein sedang dan mengandung gula alami seperti glukosa dan maltosa, sehingga berkontribusi pada pembentukan warna coklat yang merata (Saleh, 2013).

Tepung kacang hijau dengan protein tinggi mempercepat pembentukan pigmen coklat, terutama pada suhu pemanggangan tinggi, menghasilkan warna yang lebih gelap dan aroma panggang yang kuat (Nasir, 2022). Sedangkan tepung

mocaf, yang memiliki kandungan protein rendah namun masih mengandung gula reduksi dari hasil fermentasi modifikasi pati, tetap dapat berpartisipasi dalam reaksi *maillard* meskipun dengan intensitas lebih rendah (Muazam, 2023).

Secara keseluruhan, kombinasi ketiga tepung tersebut dapat menghasilkan warna produk yang menarik secara visual, namun perlu dikontrol agar reaksi *maillard* tidak berlebihan, karena dapat menyebabkan rasa pahit atau warna yang terlalu gelap yang menurunkan penerimaan panelis. Di bawah ini disajikan hasil penelitian pada respon warna sebagai berikut:

Tabel 26. Hasil Analisis Warna *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Warna
F1	24,17%	19,17%	16,67%	2,77
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	3,77
F3	25%	15%	20%	3,8
F4	20%	20%	20%	3,83
F5	22,5%	17,5%	20%	3,9
F6	25%	20%	15%	4
F7	22,50%	20%	17,5%	4,57
F8	24,17%	16,67%	19,17%	3,7
F9	20%	20%	20%	3,73
F10	21,67%	19,17%	19,17%	3,43
F11	25%	15%	20%	3,77
F12	25%	20%	15%	3,93
F13	25%	17,5%	17,5%	3

Berdasarkan hasil analisis organoleptik pada respon warna yang terdapat pada tabel 27, dapat diketahui bahwa dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai warna berada direntang 2,77% - 4,57%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 1 dengan nilai 2,77% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 7 dengan nilai 4,57%.

Metode polinomial yang disarankan oleh *Design Expert* untuk respon kadar serat yaitu *quadratic*. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pada taraf kepercayaan 5%, model *quadratic* yang direkomendasikan menghasilkan hasil

not significant, yang ditunjukkan dengan nilai *p-value* sebesar 0,2866. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi antara tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf memberikan nilai respon warna yang tidak berbeda nyata pada model *food bar*. Nilai *lack of fit* dari model *quadratic* yang direkomendasikan menunjukkan hasil *significant*, dengan nilai *p-value* sebesar 0,0014 dan nilai “prob > F” lebih besar atau sama dengan 0,05 yang lebih besar dari 0,05 sehingga menunjukkan bahwa *lack of fit* tersebut *not significant*. Kondisi ini menandakan bahwa model memiliki penyimpangan (*lack of fit*) yang tidak signifikan, yang menunjukkan bahwa model linear yang digunakan tidak ada penyimpangan signifikan dengan data aktual. Dengan demikian, model linear yang digunakan dapat diterima, meskipun pengaruh perlakuan (komposisi tepung) terhadap tekstur tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 27. Tabel Anova Respon Warna pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf

<i>Source</i>	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean square</i>	<i>F-value</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	1,27	5	0,2532	1,56	0,2866	<i>not significant</i>
<i>Linear mixture</i>	0,0841	2	0,0420	0,2584	0,7793	
AB	0,0013	1	0,0013	0,0083	0,9301	
AC	0,1285	1	0,1285	0,7899	0,4036	
BC	1,11	1	1,11	6,81	0,0350	
<i>Residual</i>	2,32	7	0,2320			
<i>Lack of fit</i>	2,31	4	0,3304	107,35	0,0014	<i>significant</i>
<i>Pure error</i>	0,0079	3	0,0026			
<i>Cor total</i>	2,40	12				

Tabel 28. Fit Statistik Warna pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

<i>Std.Dev</i>	0,4033	<i>R²</i>	0,5264
<i>Mean</i>	3,71	<i>Adjusted R²</i>	0,1882
<i>CV.%</i>	10,88	<i>Predicted R²</i>	-0,8195
		<i>Adec precision</i>	4,9044

Nilai *predicted R-square* dan *adjusted R-squared* untuk respon warna sebesar -0,8195 dan 0,1882. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *predicted R-squared* yang dihasilkan tidak mendukung nilai *adjusted R-squared* yang dihasilkan karena selisih dari keduanya lebih dari 0,2. *Adequate precision* untuk respon warna senilai 4,9044. Nilai *adequate precision* yang lebih besar dari 4 menghasilkan sinyal yang memadai. Model ini dapat digunakan untuk menavigasi *design space*. Secara keseluruhan, model yang dihasilkan memenuhi syarat sebagai model yang baik sehingga dapat memberikan prediksi yang baik.

Persamaan model matematika untuk respon warna ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y=A(-1,76)+B(9,22)+C(6,65)$$

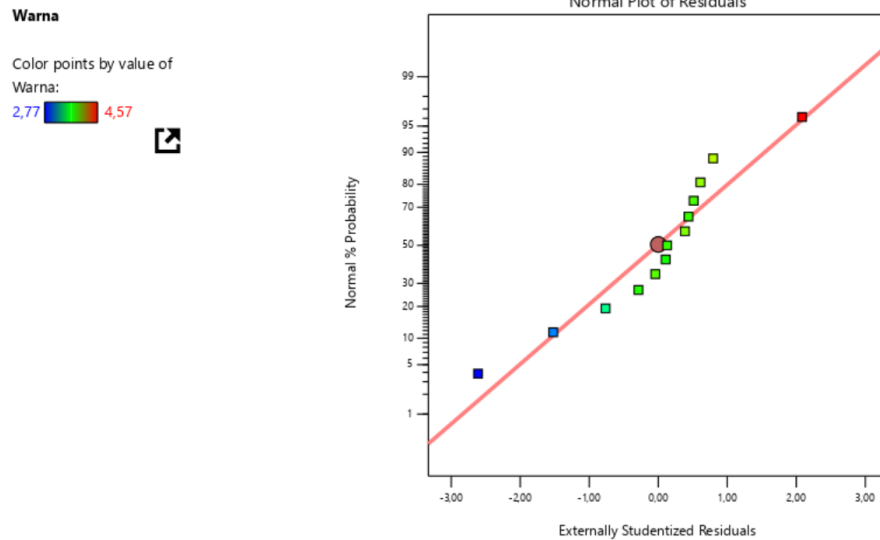
Keterangan :

A= Tepung Millet

B= Tepung Kacang Hijau

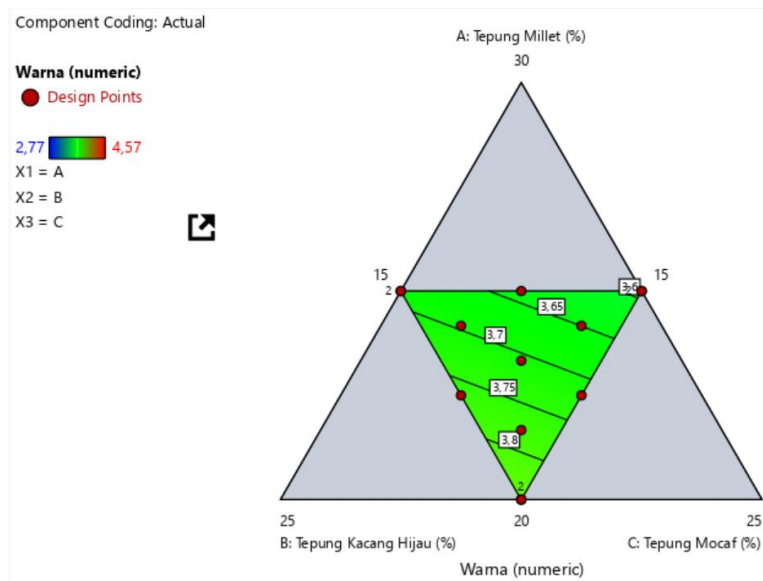
C= Tepung Mocaf

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling tinggi berkontribusi terhadap nilai analisis organoleptik untuk respon warna pada produk *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yaitu interaksi koefisien B (tepung kacang hijau). Hal ini ditandai dengan interaksi koefisien B memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 9,22 apabila dibandingkan dengan komponen lainnya.



Gambar 23. Grafik *Normal Plot of Residuals* Respon Warna

Grafik *normal plot of residuals* di atas terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada dekat di sepanjang garis normal, sehingga dapat dinyatakan bahwa data-data untuk respon warna menyebar normal menunjukkan adanya pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA untuk respon tekstur pada analisis organoleptik. Warna biru menunjukkan warna respon warna terendah yaitu 2,77, dan warna merah menunjukkan nilai respon warna tertinggi yaitu 4,57.



Gambar 24. Grafik *Countour* Respon Warna

Gambar di atas menunjukkan bagaimana kombinasi antara A (tepung millet), B (tepung kacang hijau), C (tepung mocaf) tidak mempengaruhi analisis organoleptik pada respon warna. Titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah tidak berbeda pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen menghasilkan respon warna.

2. Tekstur

Tekstur merupakan salah satu atribut penting pada produk serbuk karena berpengaruh terhadap kemudahan penggunaan dan persepsi mutu produk. Di bawah ini disajikan hasil penelitian analisis organoleptik pada respon tekstur sebagai berikut:

Tabel 29. Hasil Analisis Tekstur *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Tekstur
F1	24,17%	19,17%	16,67%	3,9
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	4,13
F3	25%	15%	20%	3,58
F4	20%	20%	20%	4,07
F5	22,5%	17,5%	20%	4,27
F6	25%	20%	15%	4
F7	22,50%	20%	17,5%	4,37
F8	24,17%	16,67%	19,17%	4,3
F9	20%	20%	20%	4,27
F10	21,67%	19,17%	19,17%	3,63
F11	25%	15%	20%	4,17
F12	25%	20%	15%	4,5
F13	25%	17,5%	17,5%	3,9

Berdasarkan hasil pengujian analisis organoleptik pada respon tekstur yang terdapat pada tabel 30, dapat diketahui bahwa dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai kadar serat kasar berada direntang 3,58% - 4,5%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 3 dengan nilai 3,58% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 12 dengan nilai 4,5%.

Metode polinomial yang disarankan oleh *Design Expert* untuk respon tekstur yaitu linear. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pada taraf kepercayaan 5%, model linear yang direkomendasikan menghasilkan hasil *not significant*, yang ditunjukkan dengan nilai *p-value* sebesar 0,6194. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi antara tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf memberikan nilai respon tekstur yang tidak berbeda nyata pada model *food bar*. Nilai *lack of fit* dari model linear yang direkomendasikan menunjukkan hasil *not significant*, dengan nilai *p-value* sebesar 0,6970 dan nilai “prob > F” yang lebih besar dari 0,05 sehingga menunjukkan bahwa *lack of fit* tersebut *not significant*. Kondisi ini menandakan bahwa model memiliki penyimpangan (*lack of fit*) yang tidak signifikan, yang menunjukkan bahwa model linear yang digunakan tidak ada penyimpangan signifikan dengan data aktual. Dengan demikian, model linear yang digunakan dapat diterima, meskipun pengaruh perlakuan (komposisi tepung) terhadap tekstur tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 30. Tabel Anova Respon Tekstur pada Food Bar Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf

<i>Source</i>	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean square</i>	<i>F-value</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	0,0816	2	0,0408	0,4896	0,6269	<i>not significant</i>
<i>Linear mixture</i>	0,0816	2	0,0408	0,4896	0,6269	
<i>Residual</i>	0,8337	10	0,0834			
<i>Lack of fit</i>	0,5146	7	0,0735	0,6913	0,6914	<i>not significant</i>
<i>Pure error</i>	0,3190	3	0,1063			
<i>Cor total</i>	0,9153	12				

Tabel 31. Fit Statistik Tekstur pada Food Bar Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

<i>Std.Dev</i>	0,2887	<i>R²</i>	0,0892
<i>Mean</i>	4,08	<i>Adjusted R²</i>	-0,0930
<i>CV.%</i>	7,07	<i>Predicted R²</i>	-0,5969
		<i>Adec precision</i>	1,7303

Nilai *predicted R-square* dan *adjusted R-squared* untuk respon tekstur sebesar -0,5969 dan -0,0930. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *predicted R-squared* yang dihasilkan tidak mendukung nilai *adjusted R-squared* yang dihasilkan karena selisih dari keduanya lebih dari 0,2. *Adequate precision* untuk respon tekstur senilai 1,7303.

Persamaan model matematika untuk respon tekstur ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y=A(3,98)+B(4,37)+C(3,89)$$

Keterangan :

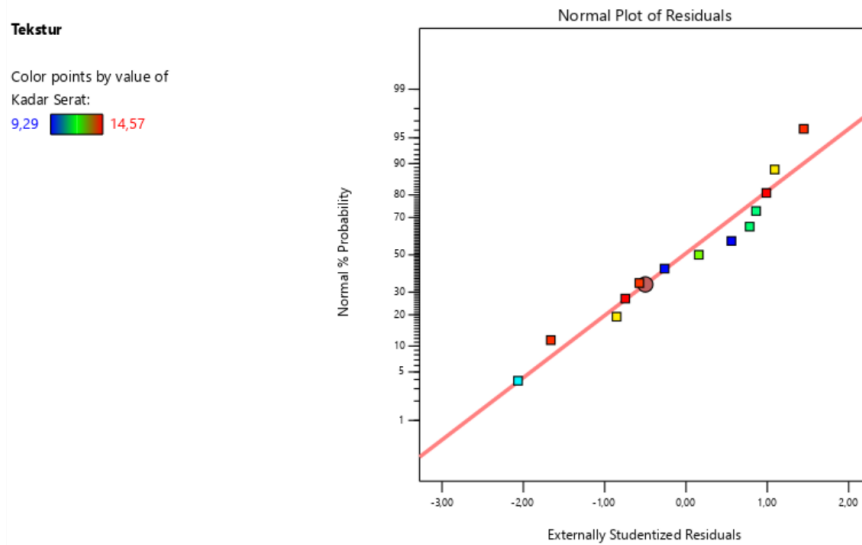
A= Tepung Millet

B= Tepung Kacang Hijau

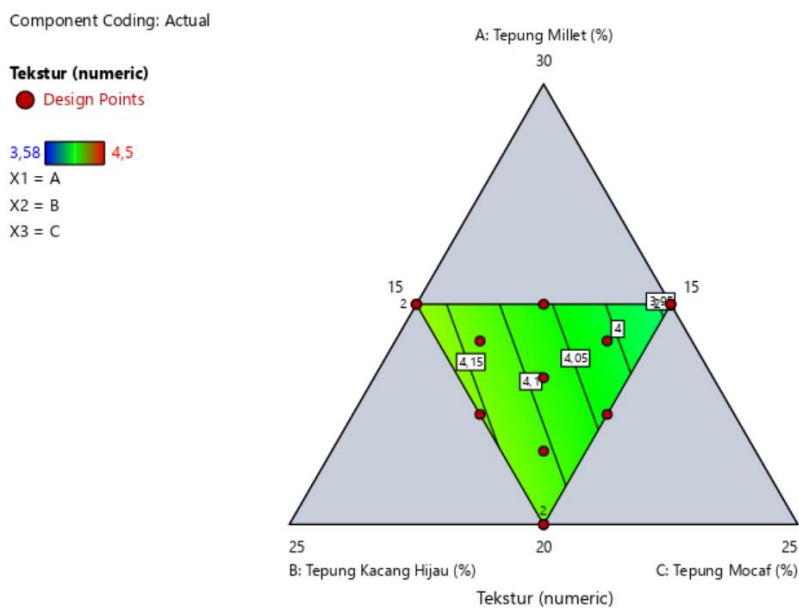
C= Tepung Mocaf

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling tinggi berkontribusi terhadap nilai analisis organoleptik untuk respon tekstur pada produk *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yaitu interaksi koefisien B (tepung kacang hijau). Hal ini ditandai dengan interaksi koefisien B memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 4,37 apabila dibandingkan dengan komponen lainnya.

Grafik *normal plot of residuals* di bawah terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada dekat di sepanjang garis normal, sehingga dapat dinyatakan bahwa data-data untuk respon tekstur menyebar normal menunjukkan adanya pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA untuk respon tekstur pada analisis organoleptik. Warna biru menunjukkan warna respon tekstur terendah yaitu 9,29%, dan warna merah menunjukkan nilai respon tekstur tertinggi yaitu 14,57%.



Gambar 25. Grafik *Normal Plot of Residuals* Respon Tekstur



Gambar 26. Grafik *Countour* Respon Tekstur

Gambar di atas menunjukkan bagaimana kombinasi antara A (tepung millet), B (tepung kacang hijau), C (tepung mocaf) tidak saling mempengaruhi analisis organoleptik pada respon tekstur. Titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah tidak berbeda pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen menghasilkan respon tekstur pada produk *food bar*.

3. Aroma

Aroma pada produk pangan menentukan kelezatan dari pangan itu sendiri. Dalam hal ini, aroma banyak disangkut pautkan dengan alat panca indera penciuman. Aroma baru akan dikenali apabila terdapat uap yang terbentuk dan tiap molekul komponen aroma tersebut harus menyentuh silia sel ofaktori dan diteruskan ke otak dalam bentuk impuls listrik pada ujung syaraf olfaktori (Winarno, 2004). Di bawah ini disajikan hasil penelitian pada respon aroma sebagai berikut:

Tabel 32. Hasil Analisis Aroma *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Aroma
F1	24,17%	19,17%	16,67%	4
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	4
F3	25%	15%	20%	4,42
F4	20%	20%	20%	4
F5	22,5%	17,5%	20%	4,23
F6	25%	20%	15%	4,13
F7	22,50%	20%	17,5%	3,67
F8	24,17%	16,67%	19,17%	4,33
F9	20%	20%	20%	3,97
F10	21,67%	19,17%	19,17%	3,6
F11	25%	15%	20%	4,47
F12	25%	20%	15%	4,1
F13	25%	17,5%	17,5%	4,1

Berdasarkan hasil pengujian analisis organoleptik pada respon aroma yang terdapat pada tabel 33, dapat diketahui bahwa dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai respon aroma berada direntang 3,6% - 4,47%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 10 dengan nilai 3,6% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 11 dengan nilai 4,47%.

Metode polinomial yang disarankan oleh *Design Expert* untuk respon tekstur yaitu *quadratic*. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pada

taraf kepercayaan 5%, model *quadratic* yang direkomendasikan menghasilkan hasil *significant*, yang ditunjukkan dengan nilai *p-value* sebesar 0,0083. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi antara tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf memberikan nilai respon aroma yang berbeda nyata pada model *food bar*. Nilai *lack of fit* dari model linear yang direkomendasikan menunjukkan hasil *significant*, dengan nilai *p-value* sebesar 0,0290 dan nilai “prob > F” yang kurang dari 0,05 sehingga menunjukkan bahwa *lack of fit* tersebut *significant*. Kondisi ini menandakan bahwa model memiliki penyimpangan (*lack of fit*) yang signifikan, yang menunjukkan bahwa model linear yang digunakan ada penyimpangan signifikan dengan data aktual. Dengan demikian, model linear yang digunakan dapat diterima karena pengaruh perlakuan (komposisi tepung) terhadap aroma menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 33. Tabel Anova Respon Aroma pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf

<i>Source</i>	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean square</i>	<i>F-value</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	0,6787	5	0,1357	8,88	0,0061	<i>significant</i>
<i>Linear mixture</i>	0,4836	2	0,2418	15,81	0,0025	
AB	0,0000	1	0,0000	0,0030	0,9576	
AC	0,1691	1	0,1691	11,06	0,0127	
BC	0,0136	1	0,0136	0,8907	0,3767	
<i>Residual</i>	0,1071	7	0,0153			
<i>Lack of fit</i>	0,1049	4	0,0262	36,59	0,0070	<i>significant</i>
<i>Pure error</i>	0,0021	3	0,0007			
<i>Cor total</i>	0,7858	12				

Tabel 34. Fit Statistik Aroma pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

<i>Std.Dev</i>	0,1237	<i>R²</i>	0,8638
<i>Mean</i>	4,08	<i>Adjusted R²</i>	0,7664
<i>CV.%</i>	3,03	<i>Predicted R²</i>	0,6065
		<i>Adec precision</i>	9,9655

Nilai *predicted R-square* dan *adjusted R-squared* untuk respon aroma sebesar 0,6065 dan 0,7664. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *predicted R-squared* yang dihasilkan mendukung nilai *adjusted R-squared* yang dihasilkan karena selisih dari keduanya kurang dari 0,2. *Adequate precision* untuk respon aroma senilai 9,9655.

Persamaan model matematika untuk respon aroma ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y=A(5,85)+B(2,46)+C(6,35)$$

Keterangan :

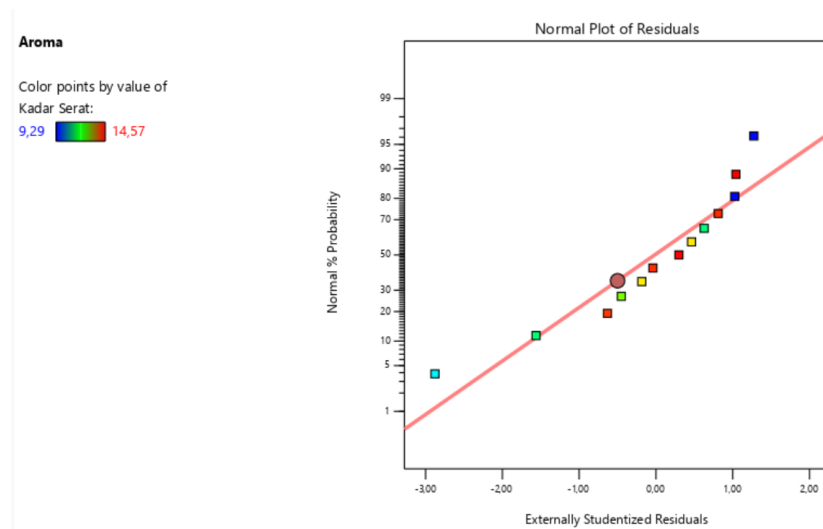
A= Tepung Millet

B= Tepung Kacang Hijau

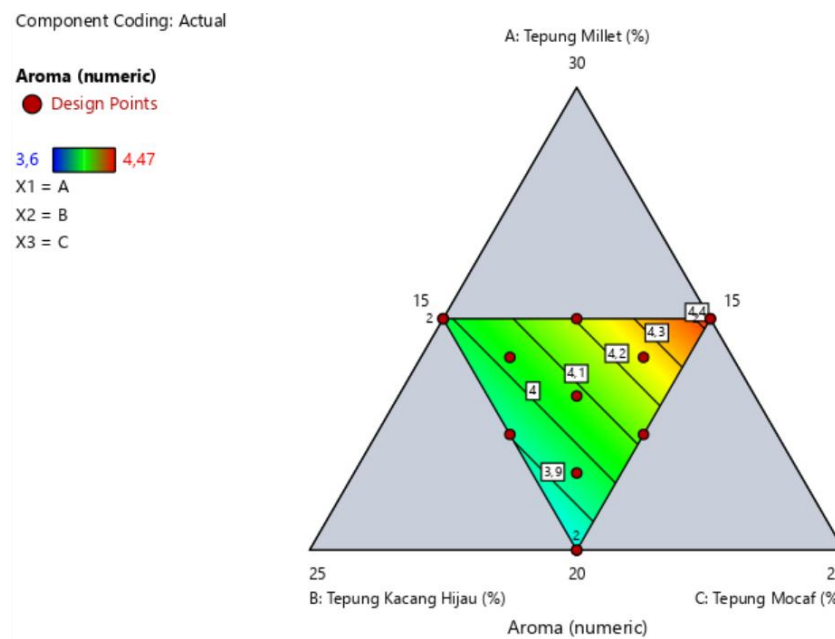
C= Tepung Mocaf

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling tinggi berkontribusi terhadap nilai analisis organoleptik untuk respon aroma pada produk *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yaitu interaksi koefisien C (tepung mocaf). Hal ini ditandai dengan interaksi koefisien C memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 6,35 apabila dibandingkan dengan komponen lainnya.

Grafik *normal plot of residuals* di bawah terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada dekat di sepanjang garis normal, sehingga dapat dinyatakan bahwa data-data untuk respon aroma menyebar normal menunjukkan adanya pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA untuk respon aroma pada analisis organoleptik. Warna biru menunjukkan warna respon aroma terendah yaitu 9,29%, dan warna merah menunjukkan nilai respon aroma tertinggi yaitu 14,57%.



Gambar 27. Grafik *Normal Plot of Residuals* Respon Aroma



Gambar 28. Grafik *Countour* Respon Aroma

Gambar di atas menunjukkan bagaimana kombinasi antara A (tepung millet), B (tepung kacang hijau), C (tepung mocaf) tidak saling mempengaruhi analisis organoleptik pada respon aroma. Titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah tidak berbeda pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen menghasilkan respon aroma pada produk *food bar*.

4. Rasa

Rasa adalah hal yang paling penting dalam menentukan apakah produk diterima oleh panelis atau tidak. Pangan yang memiliki rasa enak dan menarik biasanya akan disukai oleh panelis. Rasa dari makanan umumnya tidak hanya terdiri dari satu rasa saja, akan tetapi terdapat gabungan berbagai macam yang terpadu sehingga menimbulkan cita rasa yang baru. Bahan makanan sendiri memiliki 4 macam rasa dasar. Hal tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi bahan (Kartika, 1998). Di bawah ini disajikan hasil penelitian pada respon rasa sebagai berikut:

Tabel 35. Hasil Analisis rasa *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

Formulasi	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Rasa
F1	24,17%	19,17%	16,67%	3,83
F2	23,33%	18,3315%	18,33%	3,43
F3	25%	15%	20%	4,45
F4	20%	20%	20%	4,2
F5	22,5%	17,5%	20%	4,07
F6	25%	20%	15%	3,83
F7	22,50%	20%	17,5%	3,77
F8	24,17%	16,67%	19,17%	3,9
F9	20%	20%	20%	4,7
F10	21,67%	19,17%	19,17%	3,97
F11	25%	15%	20%	4,2
F12	25%	20%	15%	4,2
F13	25%	17,5%	17,5%	4,1

Berdasarkan hasil pengujian analisis organoleptik pada respon rasa yang terdapat pada tabel 36, dapat diketahui bahwa dari 13 formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, tepung mocaf dihasilkan nilai rasa berada direntang 3,43% - 4,7%. Nilai terendah ditunjukkan pada formulasi 2 dengan nilai 3,43% dan nilai tertinggi ditunjukkan pada formulasi 9 dengan nilai 4,7%.

Metode polinomial yang disarankan oleh *Design Expert* untuk respon rasa yaitu *quadratic*. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa pada taraf

kepercayaan 5%, model *quadratic* yang direkomendasikan menghasilkan hasil *significant*, yang ditunjukkan dengan nilai *p-value* sebesar 0,0746. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi antara tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf memberikan nilai respon rasa yang berbeda nyata pada model *food bar*. Nilai *lack of fit* dari model *quadratic* yang direkomendasikan menunjukkan hasil *significant*, dengan nilai *p-value* sebesar 0,7410 dan nilai “prob > F” yang kurang dari 0,05 sehingga menunjukkan bahwa *lack of fit* tersebut *significant*. Kondisi ini menandakan bahwa model memiliki penyimpangan (*lack of fit*) yang signifikan, yang menunjukkan bahwa model linear yang digunakan ada penyimpangan signifikan dengan data aktual. Dengan demikian, model linear yang digunakan dapat diterima karena pengaruh perlakuan (komposisi tepung) terhadap rasa menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 36. Tabel Anova Respon Rasa pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau dan Tepung Mocaf

<i>Source</i>	<i>Sum of squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean square</i>	<i>F-value</i>	<i>p-value</i>	
<i>Model</i>	0,8466	5	0,1747	3,32	0,0744	<i>not significant</i>
<i>Linear mixture</i>	0,1939	2	0,1012	1,93	0,2156	
AB	0,2063	1	0,2063	3,92	0,0880	
AC	0,3263	1	0,3263	6,21	0,0415	
BC	0,0426	1	0,0426	0,8102	0,3980	
<i>Residual</i>	0,3679	7	0,0526			
<i>Lack of fit</i>	0,1432	4	0,0358	0,4780	0,7560	<i>not significant</i>
<i>Pure error</i>	0,2247	3	0,0749			
<i>Cor total</i>	1,24	12				

Tabel 37. Fit Statistik Rasa pada *Food Bar* Berbasis Tepung Millet, Tepung Kacang Hijau, dan Tepung Mocaf

<i>Std.Dev</i>	0,2293	<i>R²</i>	0,7036
<i>Mean</i>	4,05	<i>Adjusted R²</i>	0,4920
<i>CV.%</i>	5,66	<i>Predicted R²</i>	-0,2307
		<i>Adec precision</i>	5,0462

Nilai *predicted R-square* dan *adjusted R-squared* untuk respon rasa sebesar -0,2307 dan 0,4920. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *predicted R-squared* yang dihasilkan tidak mendukung nilai *adjusted R-squared* yang dihasilkan karena selisih dari keduanya lebih dari 0,2. *Adequate precision* untuk respon rasa senilai 5,0462. Nilai *adequate precision* yang lebih besar dari 4 menghasilkan sinyal yang memadai. Model ini dapat digunakan untuk menavigasi *design space*. Secara keseluruhan, model yang dihasilkan memenuhi syarat sebagai model yang baik sehingga dapat memberikan prediksi yang baik,

Persamaan model matematika untuk respon rasa ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y=A(7,15)+B(4,54)+C(6,05)$$

Keterangan :

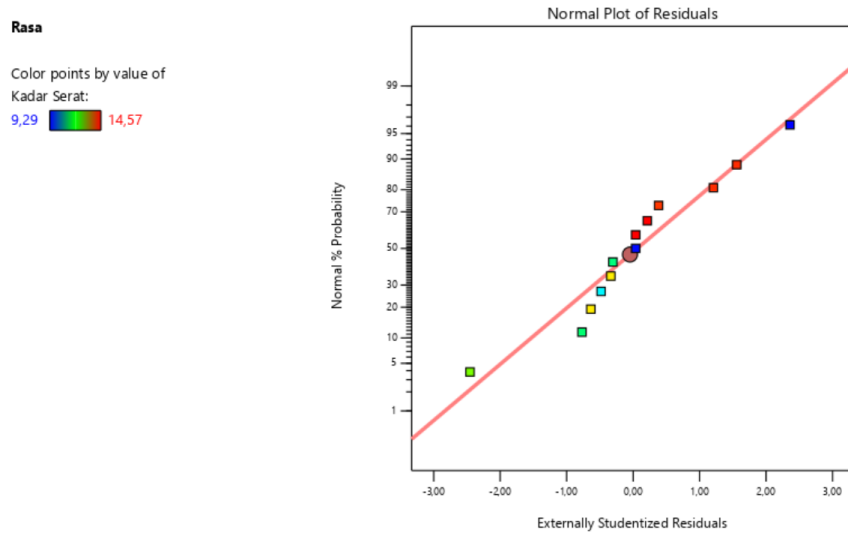
A= Tepung Millet

B= Tepung Kacang Hijau

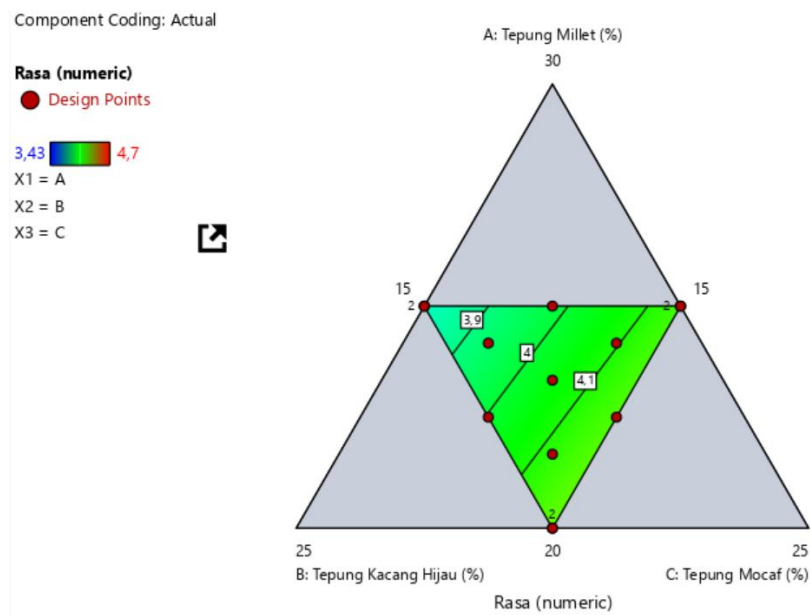
C= Tepung Mocaf

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling tinggi berkontribusi terhadap nilai analisis organoleptik untuk respon rasa pada produk *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau dan tepung mocaf yaitu interaksi koefisien A (tepung millet). Hal ini ditandai dengan interaksi koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 7,15 apabila dibandingkan dengan komponen lainnya.

Grafik *normal plot of residuals* di bawah terlihat bahwa secara umum titik-titik uji berada dekat di sepanjang garis normal, sehingga dapat dinyatakan bahwa data-data untuk respon rasa menyebar normal menunjukkan adanya pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA untuk respon rasa pada analisis organoleptik. Warna biru menunjukkan warna respon rasa terendah yaitu 9,29%, dan warna merah menunjukkan nilai respon rasa tertinggi yaitu 14,57%.



Gambar 29. Grafik *Normal Plot of Residuals* Respon Rasa



Gambar 30. Grafik *Countour* Respon Rasa

Gambar di atas menunjukkan bagaimana kombinasi antara A (tepung millet), B (tepung kacang hijau), C (tepung mocaf) tidak saling mempengaruhi analisis organoleptik pada respon rasa. Titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah tidak berbeda pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari ketiga komponen menghasilkan respon rasa pada produk *food bar*.

4.3 Penentuan Formulasi Optimal

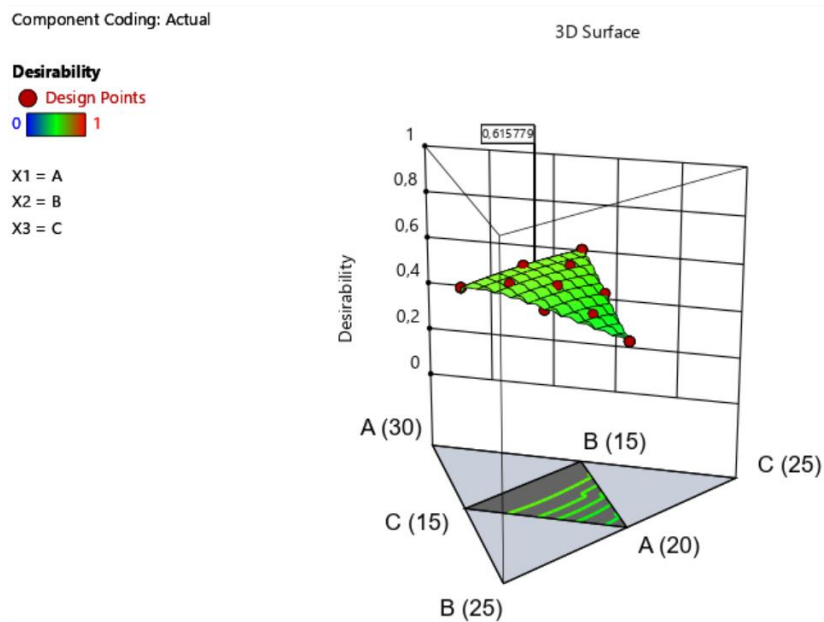
Proses optimasi formulasi bertujuan untuk mendapatkan formulasi optimal dengan respon yang optimal. *Design expert* merekomendasikan formulasi optimal berdasarkan hasil analisis respon kimia (kadar air, kadar serat, kadar protein, dan kadar lemak) dan respon organoleptik (warna, tekstur, aroma, dan warna) (Tiaswara, 2016).

Nilai *desirability* adalah nilai fungsi tujuan optimasi yang menunjukkan kemampuan *software* untuk mencapai keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan untuk produk akhir. Nilai *desirability* berkisar antara 0-1, nilai yang mendekati 1 menunjukkan *software* dapat menghasilkan produk formulasi optimal sesuai dengan variabel respon yang diinginkan (Nurhalimah, 2018). Nilai *desirability* yang mendekati 0 menandakan bahwa formulasi produk tersebut tidak dapat mencapai titik optimal berdasarkan variabel responnya (Rahmadina, 2023).

Tujuan optimasi adalah untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan. Komponen-komponen yang dioptimasi diberikan pembobotan kepentingan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. *Importance* merupakan pembobotan kepentingan yang dapat dipilih mulai dari 1 (+) hingga 5 (+++++) sesuai kepentingan variabel respon. Semakin banyak tanda positif yang diberikan menunjukkan tingkat kepentingan variabel respon yang semakin tinggi (Engelen, 2015). Hasil formulasi optimal menurut *design expert* tertera pada tabel berikut:

Tabel 38. Formulasi Optimal *Food Bar* Menurut *Design Expert*

No.	Tepung Millet	Tepung Kacang Hijau	Tepung Mocaf	Kadar Air	Kadar Serat	Kadar Protein	Kadar Lemak	Warna	Tekstur	Aroma	Rasa	<i>Desirability</i>	
1	25,00	17,021	17,979	10,915	14,293	18,201	12,610	2,862	4,034	4,214	4,011	0,616	<i>Selected</i>
2	24,771	20,00	15,229	10,811	14,123	18,078	12,672	3,931	4,177	4,049	3,958	0,602	
3	22,500	17,500	20,00	11,271	11,271	15,435	11,527	3,845	4,035	4,197	3,950	0,527	



Gambar 31. Nilai *Desirability* Formulasi *Food Bar*

Ketepatan formulasi dan nilai masing-masing respon tersebut dapat dilihat pada *desirability*. *Desirability* adalah derajat ketepatan hasil solusi atau formulasi optimal. Semakin mendekati nilai 1 maka semakin tinggi ketepatan formulasi. Pada penelitian *food bar* ini dihasilkan sebesar 0,616 sehingga dapat disimpulkan berdasarkan nilai *desirability* tersebut maka formulasi yang dihasilkan memiliki nilai ketepatan yang cukup tinggi.

4.4 Verifikasi Formulasi Optimal

Formulasi optimal yang dihasilkan oleh *design expert* akan dianalisis kembali berdasarkan respon kimia (kadar air, kadar serat, kadar protein, dan kadar lemak), respon organoleptik (warna, tekstur, aroma dan rasa). Tujuan dari tahap verifikasi adalah untuk mengetahui nilai aktual dari formulasi optimal dan dibandingkan dengan prediksi yang dihasilkan oleh *design expert*.

Design expert akan menghasilkan *confidence interval* (CI) dan *prediction interval* (PI) untuk setiap nilai prediksi respon pada taraf signifikan 5%. *Confidence interval* (CI) merupakan rentang yang menunjukkan ekspektasi rata-rata hasil pengukuran berikutnya dan untuk mengatasi kesalahan acak dari banyaknya data.

Prediction interval (PI) merupakan rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran respon berikutnya dengan kondisi yang sama (Engelen, 2015).

Oleh karena itu, CI dan PI perlu dibandingkan untuk mengkonfirmasi bahwa hasil verifikasi berbeda pada kisaran menunjukkan nilai ketepatan respon. Rentang nilai *confidence interval* (CI) akan lebih kecil jika dibandingkan dengan rentang nilai *prediction interval* (PI), karena pengukuran *prediction interval* (PI) melibatkan beragam variasi sampel yang tidak diketahui untuk gambaran hasil sampel produk akhir berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan (Rahmadina, 2023).

PI merupakan rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran respon berikutnya dengan kondisi sama. Jika mengulangi pengambilan sampel tanpa batas, PI 95% yang dibangun akan berisi pengamatan baru. Oleh karena itu, CI dan PI harus dibandingkan untuk konfirmasi bahwa hasil verifikasi berbeda pada kisaran menunjukkan nilai ketepatan respon. Rentang nilai CI akan lebih kecil jika dibandingkan dengan rentang nilai PI, hal ini disebabkan pengukuran PI melibatkan beragam variasi sampel yang tidak diketahui untuk gambaran hasil sampel produk akhir dengan tingkat kepercayaan tertentu berdasarkan pengamatan yang telah diamati.

Tabel 39. Hasil Verifikasi Formulasi Optimal Produk

Respon	Prediksi (%)	Aktual (%)	Std. Dev	95% PI Low	95% PI High
Kadar air	10,96	10,79	0,07	10,79	11,13
Kadar serat	14,46	14,17	0,11	14,17	14,78
Kadar protein	18,40	17,97	0,15	17,97	18,83
Kadar lemak	12,76	12,43	0,12	12,43	13,09
Warna	3,87	2,71	0,40	2,71	5,03
Tekstur	3,94	3,19	0,29	3,19	4,68
Aroma	4,44	4,07	0,13	4,07	4,81
Rasa	4,30	3,65	0,23	3,65	4,96

Berdasarkan data analisis yang dihasilkan, data tersebut memiliki hasil yang tidak berbeda jauh dengan prediksi yang dikeluarkan oleh program *design expert* 13. Keseluruhan hasil analisis masuk ke dalam rentang PI (*Prediction Interval*). PI

(*Prediction Interval*) merupakan rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran pada kondisi sama pada taraf tertentu.

4.5 Penentuan Kalori *Food Bar* Formulasi Optimal

Penentuan nilai energi atau kalori pada produk *food bar* formulasi optimal dilakukan berdasarkan kandungan makronutrien utama, yaitu protein, lemak, dan karbohidrat. Nilai energi dihitung menggunakan faktor konversi umum yaitu 4 kkal/g untuk protein dan karbohidrat, serta 9 kkal/g untuk lemak (Winarno, 2004; Almatsier, 2010).

Tabel 40. Perhitungan Nilai Energi *Food Bar* Formulasi Optimal

Komponen Gizi	Kadar (%)	Faktor Konversi Energi (kkal/g)	Energi (kkal/100 g)
Protein	17,97	4	71,88
Lemak	12,43	9	111,87
Karbohidrat	44,64	4	178,56
Total energi	-	-	362,31 kkal/100 g

Keterangan:

¹Kadar karbohidrat dihitung dengan metode *by difference*:

Nilai energi total produk *food bar* formulasi optimal diperoleh sebesar 362,31 kkal/100 g, yang menunjukkan bahwa produk termasuk kategori pangan padat energi. Nilai ini masih berada dalam kisaran energi *food bar* komersial (350–450 kkal/100 g). Kandungan protein tinggi berasal dari tepung kacang hijau dan millet yang memberikan kontribusi terhadap peningkatan nilai gizi, sedangkan lemak sebagian besar disumbangkan oleh komponen tepung kacang hijau dan bahan tambahan minyak nabati. Sumber utama energi berasal dari karbohidrat dalam tepung mocaf dan millet, yang berfungsi memberikan struktur padat dan rasa manis alami pada produk.

Metode *by difference* adalah cara tidak langsung untuk menentukan kadar karbohidrat total dalam suatu bahan pangan dengan cara mengurangkan jumlah

komponen lain yang telah diketahui dari 100%. Komponen yang dimaksud umumnya meliputi kadar air, abu (mineral), protein, lemak, dan serat kasar.

Secara matematis, rumusnya dinyatakan sebagai:

$$\text{Karbohidrat (\%)} = 100 - (\text{Air} + \text{Abu} + \text{Protein} + \text{Lemak} + \text{Serat})$$

Metode ini digunakan karena analisis karbohidrat secara langsung memerlukan prosedur kompleks dan waktu yang lama, sedangkan dengan metode *by difference*, kadar karbohidrat dapat ditentukan dengan cepat menggunakan data proksimat yang sudah diperoleh dari analisis laboratorium.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai (1) Kesimpulan dan (2) Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil mengoptimalkan formulasi *food bar* berbasis tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf menggunakan pendekatan *Mixture D-Optimal* pada *software Design Expert*.
2. Didapatkan optimasi satu formulasi terbaik dengan nilai desirability 0,616 yang ditetapkan sebagai formulasi optimum. Formulasi ini tersusun dari 25% tepung millet, 17,02% tepung kacang hijau, dan 17,97% tepung mocaf.
3. Didapatkan hasil respon organoleptik menunjukkan bahwa variasi proporsi tepung millet, tepung kacang hijau, dan tepung mocaf tidak berpengaruh signifikan terhadap atribut warna, aroma, tekstur dan rasa, sedangkan untuk respon kimia berpengaruh secara signifikan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan adalah :

1. Perbaiki proporsi bahan untuk meningkatkan optimasi produk.
2. Penambahan bahan yang berpotensi meningkatkan karakteristik produk supaya konsumen lebih menyukainya.
3. Pengujian makro dan mikro pangan yang lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifanti, R. 2024. “**Karakteristik Fisikokimia *Snack Bar* Berbasis Tepung Ubi Jalar dan Penambahan Spirulina**”. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 3(1), 23–32.
- Aritonang, E., Paat, F. M., Hermanto, S., Tumbelaka, M. F., & Putri, S. N. R. 2024. “***Formulation of high-protein food bars from mung bean sprouts and red kidney beans***”. *Nusantara Science and Technology Proceedings*.
- Astawan, M. 2004. “**Kacang Hijau Antioksidan**”. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand Miller JC. 2008. “***International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values***”. *Diabetes Care*. 8;31(12):2281–3.
- Ayesha, K., Indriani, Y., & Viantimala, B. 2020. “**Gaya Hidup dalam Mengonsumsi Sayur dan Buah Serta Tingkat Kecukupan Gizi Anak Usia Sekolah Dasar di Kota Metro.**” 8(3), 439–445.
- Balai Penelitian Tanaman Serealia. 2018. “**Millet, Alternatif Pangan Sehat**”. Diambil kembali dari Balai Penelitian Tanaman Serealia: <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/jewawutalternatifsumberpangan-sehat/>
- Balitkabi, 2008. “**Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian**”. Balitkabi. Malang.
- Beverage Institute Indonesia. 2013. “**Memahami Sirup Jagung Tinggi Fruktosa**”.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1995. “**Syarat mutu tepung kacang hijau**”. SNI 01-3728-1995. Jakarta: Departemen Perindustrian. Jakarta
- [BSN] Badan Standar Nasional Indonesia. 1994. “**Syarat dan Cara Uji Margarin**”. SNI 01-354-1994. Jakarta: Departemen Perindustrian. Jakarta
- [BSN] Badan Standar Nasional Indonesia. 2014. “**Mutu Margarin**”. SNI 01-3541-2014. Jakarta: Departemen Perindustrian. Jakarta
- [BSN] Badan Standar Nasional Indonesia. 1992. “**Sirup Fruktosa HFCS**”. SNI 01-2985-1992. Jakarta: Departemen Perindustrian. Jakarta
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1996. “**Makanan ringan ekstrudat**”. SNI 01-4216-1996. Jakarta: Departemen Perindustrian. Jakarta
- Chang SK, Alasalvar C, Shahidi F. 2016. “***Review of dried fruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health benefits***”. *J Funct Foods*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iff.2015.11.034> diakses pada: 15 Juni 2025

- Cynthia Sass. 2021. **“Is Millet Flour Healthy? Here’s What a Nutritionist Say?”**. The Healthy. <https://www.thehealthy.com/nutrition/is-millet-flour-healthy/> diakses pada: 15 Juni 2025
- Dickson. 2023. **“Kandungan Gizi Kacang Tanah dan Manfaat Kacang Tanah Bagi Kesehatan”**. <https://www.ilmupengetahuanumum.com/kandungan-gizi-kacang-tanahdan-manfaat-kacang-tanah-bagikesehatan/> diakses pada: 1 Juli 2025.
- Direktorat Jenderal Bina Gizi Masyarakat. **“Buku Saku Pemantauan Status Gizi dan Indikator Kinerja Gizi Tahun 2015”**. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2016
- Faizal, M. 2017. **“Optimasi formulasi food bar berbasis tepung hanjeli dan tepung kacang merah menggunakan metode Mixture D-Optimal”**. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 5(2), 88–96.
- Fajariani D, Gunadi A., Wahyukundari M. A. 2017. **“Daya Antibakteri Infusa Kismis (*Vitis vinifera* L.) Konsentrasi 100%, 50 % dan 25 % Terhadap *Streptococcus mutans*”**. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPK/article/download/5778/4288> diakses pada: 29 Juni 2025
- Frontiers in Nutrition. 2023. **“Nutritional composition and bioactive compounds of mung bean (*Vigna radiata*): A review”**. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1117385.
- Habibi, N., Putri, V., Andrafikar, A., Safyanti, S., Sartika, W., & Kasmiyetti, K. 2023. **“Pengaruh Substitusi Tepung Kacang Hijau terhadap Mutu Organoleptik dan Kadar Protein Beras Rendang”**. *Jurnal Sehat Mandiri*, 18(1), 181–190.
- Harlinawati, Y. 2002. **“Pembuatan Margarin Tinggi Serat melalui Pemanfaatan Pektin dan Gum Arab Komersial”**. Skripsi. Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga. Institut Pertanian Bogor. Bogor. FMIPA UNDIP. Semarang.
- Herawati, H. 2011. **“Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna Sebagai Pangan Fungsional.”** *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30(1): 31–39.
- Hidayah, R., & Anna, L. 2019. **“Pengaruh penambahan margarin terhadap tekstur dan cita rasa biskuit rendah gula”**. *Prosiding Seminar Nasional Pangan dan Gizi*, 4(1), 102–109.
- Hidayat, N. 2008. **“Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.) Varietas Lokal Madura pada Berbagai Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Fosfor”**. Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo. *Agrovigor* Volume 1 No. 1.

- Ho LH, Tang JYH, Mazaitul Akma S, Mohd Aiman H, Roslan A. 2016. **“Development of novel “energy” snack bar by utilizing local Malaysian ingredients”**. *Int Food Res J.* 23(5):2280–5.
- Indrawan, I., Seveline, & Ningrum, R. I. K. 2018. **“Pembuatan snack bar tinggi serat berbahan dasar tepung ampas kelapa dan tepung kedelai”**. *Jurnal Ilmiah Respati*, 9(2), 1–10.
- Institute of Medicine (US) Subcommittee on Technical Specifications for a High-Energy Emergency Relief Ration. 2002. **“High-Energy, Nutrient-Dense Emergency Relief Food Product”**. Washington (DC), National Academies Press (US);
- Intan Amreta. 2024. **“Bisa Menjadi Pengganti Tepung Terigu, Inilah 6 Manfaat Tepung Kacang Hijau”**. PT. Melati Putra Jaya. <https://www.melatiputrajaya.com/tepung-kacang-hijau/> diakses pada: 15 Mei 2025
- Isnaeni, L. 2023. **“Uji Tingkat Kesukaan Pada Mille Crepes Tepung Mocaf Dengan Penambahan Tepung Daun Kelor.”** Politeknik Kesehatan Kemenkes Riau. <http://repository.pkr.ac.id/id/eprint/4016>.
- Isnanto Bayu Ardi. 2024. **“Kismis Terbuat dari Apa? Simak Cara Membuat dan Manfaatnya”**. Detikfood. <https://food.detik.com/info-kuliner/d-7570417/kismis-terbuat-dari-apa-simak-cara-membuat-dan-manfaatnya> diakses pada: 15 Mei 2025
- Jeong, D., Lee, J., & Kim, H. 2018. **“Physical, textural, and sensory characteristics of legume-based gluten-free products”**. *Food Science & Nutrition*, 6(3), 768–776.
- Jhony. 2020. **“Los 10 Alimentos más Energizantes para los Ciclistas”**. Noticiclismo. <https://noticiclismo.com/2020/02/11/los-10-alimentos-mas-energizantes-para-los-ciclistas/> diakses pada: 12 mei 2025
- Kahfi, M. A., Sutisna, N. M., Ainia, H., & Cecep, A. R. 2021. **“Using Design Expert D-Optimal for formula optimization of functional drink that enriched with Moringa leaf extract (Moringa oleifera)”**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 759(1), 012002.
- Kardhinata, E.H., Purba, E., Suryanto, D., Rusmarilin, H. 2019. **“Modified cassava flour (MOCAF) content of cassava (Manihot esculenta CRANTZ) in North Sumatera”**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 260(1).
- Kementerian RI. 2017. **“Tabel Komposisi Pangan Indonesia.”** Jakarta

- Kemertian Republik Indonesia (Kemenkes RI). 2013. **“Riset Kesehatan Dasar.”** Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. <https://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil%20Riskasdas%202013.pdf>. [21 Maret 2018].
- Ketaren, S. 2008. **“Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan”**. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta.
- Koswara, S. 2009. **“Teknologi Modifikasi Pati.”** EbookPangan.com: 1–32.
- Ladamay, N. A., & Yuwono, S. S. 2013. **“Pemanfaatan bahan lokal dalam pembuatan foodbars (Kajian rasio tapioka: Tepung kacang hijau dan proporsi CMC)”**. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(1), 67–78
- Larasati Sekar Kinasih. 2024. **“Buah Kismis”**. Version 1.0. In: Maliki Encyclopedia. Published by Pusat Perpustakaan, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Li, Y., Lv, J., Wang, L., Zhu, Y., & Shen, R. 2020. **“Effects of Millet Bran Dietary Fiber and Millet Flour on Dough Development, Steamed Bread Quality, and Digestion In Vitro”**. *Applied Sciences*. 10(3), 912.
- Marlin. 2017. **“Millet sebagai sumber pangan dan persepsi masyarakat terhadap millet”**. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, X(2), 116.
- Muazam, M., et al. 2023. **“Optimization of premix flour made of modified cassava flour (MOCAF) and rice flour for biscuit manufacture and the best effect of storage”**. *Food Research*, 7(S2), 5.
- Nasir, M., Butt, M. S., & Anjum, F. M. 2022. **“Functional properties and nutritional composition of mung bean (*Vigna radiata*) and its application in food products: A review”**. *Legume Science*, 4(2), e105
- National Institute of Nutrition, ICMR. 2017. **“Indian Food Composition Tables”**. Hyderabad: National Institute of Nutrition.
- Nayotama, D. 2023. **“Karakteristik fisik dan kimia margarin dengan variasi bahan”**.
- Nurchayani, R. 2016. **“Eksperimen pembuatan cookies tepung kacang hijau substitusi tepung bonggol pisang”**. Skripsi, Universitas Negeri Semarang. UNNES.
- Octaviany, V. M., Sulandari, L., Romadhoni, I. F., & Astuti, N. 2024. **“Inovasi Snack Bar dengan proporsi tepung ubi kayu (*Manihot esculenta*) dan tepung kacang hijau (*Vigna radiata*)”**. *Lencana: Jurnal Inovasi Ilmu Pendidikan*, 2(4), 327–354.
- Olmo-Cunillera A, Escobar-Avello D, P~rez A], Marhuenda-Munoz M, Lamuela-Ravent~s RM, Vallverd-Queralt A. 2020. **“Is eating raisins healthy?”** *Nutrients*. 12(1):1-17.

- Parnanto. 2011. **“Kajian karakteristik fisikokimia dan sensori snackbars dengan bahan dasar tepung tempe dan buah nangka kering sebagai alternatif pangan CFGF”**. Jurnal Universitas Sebelas Maret.
- Pradipta, I. 2011. **“Karakteristik fisikokimia dan sensoris snack bars tempe dengan penambahan salak pondoh kering”**. Skripsi, Universitas Sebelas Maret. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Pratiwi, I. D. K., & Sugitha, I. M. 2020. **“Kandungan tanin dan serat pangan dari tepung kecambah millet dan tepung kecambah millet terfermentasi”**. Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno, 5(1), 34–38.
- PT. Otsuka Amerta Indah. (2014). **“Informasi nilai gizi produk”**. PT Otsuka Amerta Indah.
- Putri, R. D., Nurhayati, N., & Sari, D. P. 2020. **“Formulasi Snack Bar Tinggi Protein dari Tepung Kedelai dan Oatmeal”**. Jurnal Teknologi Pangan, 11(2), 45–52.
- Rai, A., Kaur, A., & Singh, B. 2018. **“Millet-based composite food bars: Nutritional and textural properties”**. Journal of Food Science and Technology, 55(1), 1–9.
- Ramadhan, D. A., & Dwiloka, B. 2023. **“Pengaruh proporsi sukrosa dan High Fructose Syrup terhadap sifat kimia dan mikrobiologi kombucha cascara”**. Jurnal Teknologi Pangan, 9(1), 16–20
- Ramayana. 2003. **“Pembuatan Lemak Margarin dari Minyak Kelapa, Minyak Kelapa Sawit, dan Stearin Kelapa Sawit Melalui Interesterifikasi dan Blending Berkecepatan Tinggi pada Suhu Kamar”**. Skripsi. Program Pasca Sarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rasulu, H. 2021. **“The Physicochemical Characteristics of Smart Food Bars”**. (IJFANRES).
- Ratnasari, D., & Yunianta. 2015. **“Pengaruh tepung kacang hijau, tepung labu kuning, dan margarin terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik biskuit”**. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 3(4), 1652–1661.
- Rinda, A., Ansharullah, & Asyik, N. 2018. **“Pengaruh komposisi snack bar berbasis tepung tempe dan biji lamtoro terhadap penilaian organoleptik, proksimat, dan kontribusi angka kecukupan gizi”**. Jurnal Sains dan Teknologi Pangan, 3(3), 1328–1340.
- Sahid, M. 2015. **“Keunggulan penerapan metode Mixture D-Optimal dalam formulasi produk pangan”**. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan*, 3(1), 67–74.
- Saleha, N. M. 2016. **“Optimasi formulasi flakes berbasis tepung ubi Cilembu, tepung tapioka, serta tepung kacang hijau menggunakan aplikasi**

- Design Expert metode Mixture D-Optimal**". [Skripsi]. Universitas Pasundan, Bandung.
- Saleh, A. S. M., Zhang, Q., Chen, J., & Shen, Q. 2013. "*Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits*". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(3), 281–295.
- Sarifudin, Achmat. Ekafitri, Riyanti. Nanang, Diki Khudaifanny, Febrianti. 2015. "**Pengaruh Penambahan Telur pada Kandungan Proksimat, Karakteristik Aktivitas Air Bebas (aw) dan Tekstural Snack Bar Berbasis Pisang (*Musa Paradisiaca*)**." *Jurnal Agritech*, Vol. 35
- Shahidi. 2005. "**Kandungan Margarin**". <http://www.malaysiapalmoil.org/2005>. Akses: 21 Juni 2025
- Sharma, N., Chauhan, E. S., & Singh, G. 2020. "*Development of nutrient-rich energy bars using finger millet and legumes*". *International Journal of Chemical Studies*, 8(6), 2476–2481.
- Singgano T. C., Koapha J., Mamujaja C. F. 2019. "**Analisis Sifat Kimia Dan Uji Organoleptik Snack Bar Berbahan Campuran Tepung Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) dan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata*)**." *Jurnal Teknologi Pertanian* Volume 10, Nomor 1
- Singh, A., et al. 2022. "*Formulation and evaluation of novel functional snack bar*" — total dietary fibre tercatat pada formulasi berbeda. PMC.
- Subagio, A. 2007. "**Industrialisasi modified cassava flour (MOCAF) sebagai bahan baku industri pangan untuk menunjang diversifikasi pangan pokok nasional**". (Skripsi, Universitas Jember). Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Sunarti. 2017. "**Serat Pangan dalam Penanganan Sindrom Metabolik**." Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suresh, A. 2024. "*Dietary fiber: an unmatched food component for ...* (review).
- Syafii, F., & Yani, A. 2023. "*The Effect of Modified Banana Flour and Soy Flour Ratio on The Organoleptic Parameters of Snack Bar as Supplementary Food*".
- Syamsir, E., Valentina, S., & Suhartono, M. T. 2014. "**Nasi kaleng sebagai alternatif pangan darurat (Canned Rice as an Alternative Emergency Food Product)**". *Jurnal Mutu Pangan*, 1(1), 40–46.
- Tripathi, R., Kaur, B. P., & Upadhyay, N. 2023. "*Millets as nutritional powerhouse: vitamin B-complex, minerals, protein, and essential amino acids*". *International Journal of Plant Soil Science*, 35(19), 1736–1743.
- Tuti, S. 2012. "**Hidangan Manis Dari Jewawut**". Hidangan Manis Dari Jewawut.

- USDA. 2015. “*National Nutrient Database for Standard Reference*”. United States Department of Agriculture.
- Wang, Y., Li, X., & Chen, L. 2024. “*Effect of moisture content on the rheological and structural properties of mung bean starch–protein gels*”. *Food Hydrocolloids*, 153, 109250.
- White, J. S., & Nicklas, T. A. 2016. “*High-Fructose Corn Syrup in Beverages: Composition, Manufacturing, Properties, Consumption, and Health Effects*”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(4), 580–602.
- Wijaya, H. 2004. “*Margarin, Lemak Nabati Pengganti Mentega Edisi Kedua*”. Ulas Bahan. Jakarta.
- Winarno, F. G. 2002. “*Kimia Pangan dan Gizi*”. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F. G. 2008. “*Kimia Pangan dan Gizi*”. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yuliana, dkk. 2021. “*Variasi Perbandingan Terigu dan Tepung Millet (*Panicum miliaceum*) dalam Produk Pangan*”. *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10(2), 185–199.
- Yuwono, T., Sumeidiana, I., Ondho, Y.S. and Kurnianto, E., 2017. “*Gonadal hormones level and morphometric traits in cow deliveres twin and single calves*”. *Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 42(2), pp.128–132.
- Zen, N. I. M., Abd Gani, S. S., Shamsudin, R., & Masoumi, H. R. F. (2015). “*The Use of D-Optimal Mixture Design in Optimizing Development of Okara Tablet Formulation as a Dietary Supplement*”. *ScientificWorldJournal*, 2015, 684319.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Penentuan Kadar Air (SNI, 1992)

Prosedur analisis kadar air menggunakan metode gravimetri dilakukan dengan menimbang sampel bahan dengan seksama sebesar 1 gram pada sebuah botol timbang tertutup yang sudah diketahui bobotnya. Jika cuplikan berupa cairan, gunakan botol timbang yang dilengkapi dengan pengaduk serta pasir kuarsa atau kertas saring berlipat. Selanjutnya, keringkan cuplikan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu, dinginkan botol timbang dalam eksikator. Kemudian, timbang kembali botol tersebut. Ulangi proses pengeringan dan penimbangan ini hingga diperoleh bobot yang tetap.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air} = \frac{w}{w_1} \times 100\%$$

Keterangan :

w = Bobot sampel bahan sebelum dikeringkan, dalam gram

w₁ = Kehilangan bobot setelah dikeringkan, dalam gram

Lampiran 2. Prosedur Analisis Kadar Protein (SNI, 1992)

Prosedur analisis kadar protein menggunakan metode *Kjeldahl* dilakukan dengan menimbang secara seksama 2 gram sampel bahan yang kemudian dimasukkan ke dalam labu *Kjeldahl* 100 ml. Tambahkan 2 gram campuran selen dan 25 ml H₂SO₄ pekat, lalu panaskan di atas pemanas listrik atau api pembakar hingga mendidih dan larutan menjadi jernih kehijau-hijauan selama kurang lebih 2 jam lamanya pemanasan. Setelah dingin, encerkan larutan dan masukkan ke dalam labu ukur 100 ml hingga tepat pada tanda garis. Pipet 5 ml larutan tersebut dan masukkan ke dalam alat penyuling, kemudian tambahkan 5 ml NaOH 30% dan beberapa tetes indikator *phenolphthalein* (PP). Lakukan penyulingan selama kurang lebih 10 menit, dengan menggunakan 10 ml larutan asam borat 2% yang telah dicampur dengan indikator sebagai penampung. Selanjutnya ujung pendingin dibilas dengan air suling, lalu titrasi dengan larutan HCl 0,01 N. Terakhir, lakukan penetapan blanko untuk menyelesaikan analisisnya.

Perhitungan :

$$\text{Kadar protein [\%]} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0,014 \times f_k \times f_p}{w} \times 100\%$$

Keterangan :

- w = Bobot sampel bahan
- V₁ = Volume HCl 0,01N yang dipergunakan penitaran contoh
- V₂ = Volume HCl yang dipergunakan penitaran blanko
- N = Normalitas HCl
- f_k = Faktor konversi untuk protein dari makanan secara umum (6,25)
- f_p = Faktor pengenceran

Lampiran 3. Prosedur Analisis Kadar Karbohidrat Metode *Luff-Schoorls* (AOAC, 2016)

1. Sebelum invert Sebanyak 2 gram sampel ditimbang dimasukkan ke labu takar 100 ml dan ditanda bataskan dan diberi tanda label larutan A, setelah itu dipipet sebanyak 10ml larutan tersebut, maka dimasukkan ke dalam Erlenmayer 250 ml dengan ditambahkan 50 ml aquadest dan 10 ml larutan *luff school*, kemudian dipanaskan 10 menit. Setelah mendidih kemudian didinginkan dengan air mengalir hingga hangat kuku, kemudian ditambahkan dengan 10 ml H₂SO₄ 6N dan 1,5 gram KI, lalu dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,1N baku hingga didapatkan TAT warna kuning jerami, kemudian ditambahkan dengan amylum sebanyak 1ml dan titrasi kembali TAT warna biru hilang. Hitung kadar gula sebelum inverse.

2. Setelah invert dipipet 10 ml larutan A dengan ditambah 50 ml aquadest dan 10 ml HCl 9,5 N dimasukkan ke dalam erlenmayer, kemudian dipanaskan selama 15 menit, lalu didinginkan dengan ditambahkan indikator *phenolphthalein* (PP) dan NaOH 30% hingga warnanya merah muda. Ditambahkan NaOH dan HCl 9,5 N sehingga didapat pH yang netral, kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml dan ditanda bataskan dan diberi label larutan B, lalu dari larutan B dipipet sebanyak 10ml dan ditambahkan 50 ml aquadest dan 10 ml larutan *luff shcoorl* dimasukan ke dalam erlenmayer kemudian lakukan hal yang sama pada perlakuan, panaskan 10 menit setelah mendidih lalu didinginkan dengan air mengalir hingga hangat kuku, kemudian ditambahkan dengan 10ml H₂SO₄ 0,1N dan 1,5 gram KI, lalu dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,1N baku hingga didapatkan TAT wana kuning jerami, kemudian ditambahkan dengan amylum sebanyak 1ml dan titrasi kembali hingga TAT warna biru hilang. Hitung kadar gula setelah inverse.

Perhitungan kadar pati metode luff school:

Perhitungan ml Na₂S₂O₃ setara dengan sampel:

$$\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 0,01N} = \frac{(Vb - Vs)}{0,1}$$

Keterangan: Vb = Volume Blanko

$V_s = \text{Volume Sampel}$

Perhitungan kadar gula invert:

Kadar gula setelah invert:

$$\text{Kadar gula invert} = \frac{(\text{mg glukosa}) \times 0}{W_s \times 1000} \times 100\%$$

Kadar disakarida = [kadar gula setelah invert – kadar gula sebelum invert] x ,95

Kadar gula total = kadar gula sebelum invert + kadar sukrosa.

Lampiran 4. Prosedur Analisis Kadar Serat (SNI, 1992)

Prosedur analisis kadar serat menggunakan metode gravimetri dilakukan dengan menimbang sampel bahan yang telah dihaluskan secara homogen dengan seksama sebesar 2 gram. Lemak pada sampel bahan diekstraksi menggunakan metode Soxhlet atau dengan mengaduk dan mengendapkan sampel, serta menuangkannya dalam pelarut organik sebanyak tiga kali. Setelah itu, sampel bahan dikeringkan dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml. Kemudian, 50 ml larutan H₂SO₄ 1,25% ditambahkan dan dididihkan selama 30 menit dengan menggunakan pendingin tegak. Selanjutnya, 50 ml larutan NaOH 3,25% ditambahkan dan dididihkan lagi selama 30 menit. Dalam keadaan panas, saring menggunakan corong *Buchner* yang berisi kertas saring tak berabu *Whatman* 54,41 atau 541 yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Endapan pada kertas saring dicuci berturut-turut dengan H₂SO₄ 1,25% panas, air panas, dan etanol 96%. Setelah itu, angkat kertas saring beserta isinya dan masukkan ke dalam kotak timbang yang telah diketahui bobotnya, kemudian dikeringkan pada suhu 105°C, didinginkan dan timbang sampai bobot tetap. Jika kadar serat kasar ternyata lebih besar dari 1%, kertas saring beserta isinya diabukan dan ditimbang hingga bobotnya tetap.

Perhitungan :

4. Serat Kasar < 1%

$$\text{Kadar Serat [\%]} = \frac{w}{w_2} \times 100\%$$

5. Serat Kasar > 1%

$$\text{Kadar Serat [\%]} = \frac{w-w_1}{w_2} \times 100\%$$

Keterangan :

w = Bobot sampel bahan, dalam gram

w₁ = Bobot abu, dalam gram

w₂ = Bobot endapan pada kertas saring, dalam gram

Catatan :

1. Kehalusan partikel sampel bahan harus diperhatikan, disarankan contoh yang halus tersebut dapat lolos ayakan lebih kurang 1 mm²
2. Pembebasan lemak dari contoh dapat diabaikan bila jumlah lemak dalam contoh tersebut rendah.

Lampiran 5. Formulir Uji Organoleptik

FORMULIR UJI ORGANOLEPTIK UTAMA

Nama Panelis : Tanda Tangan :

Tanggal Pengujian :

Instruksi :

Di hadapan saudara telah tersedia 13 sampel *food bar* dengan formulasi yang berbeda-beda. Pengujian menggunakan Uji Hedonik yang meliputi atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur dengan kriteria penilaian sebagai berikut :

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat Suka	6
Suka	5
Agak Suka	4
Agak Tidak Suka	3
Tidak Suka	2
Sangat Tidak Suka	1

Kode Sampel	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
266				
627				
157				
929				
817				
236				
812				
345				
818				
638				
750				
543				
799				

Lampiran 6. Perhitungan dan Kebutuhan Bahan Baku Penelitian**Tabel 41. Perhitungan Kebutuhan Sampel Penelitian**

Respon Kimia	Kebutuhan Sampel Per Formulasi	Total Kebutuhan Sampel
Kadar Air	2 gram	24 gram
Kadar Serat	2 gram	24 gram
Kadar Protein	3 gram	36 gram
Kadar Lemak	3 gram	36 gram
Uji Organoleptik	9 gram × 30 panelis	270 gram
Total		390 gram

Pembuatan *food bar* berbasis tepung millet dan tepung kacang hijau yang dibutuhkan sebanyak 390 gram \approx 400 gram

Lampiran 7. Perhitungan dan Kebutuhan Bahan Baku Penelitian

Tabel 42. Formulasi *Food Bar* dengan Basis 400 gram

Formula	Tepung Millet		Tepung Kacang Hijau		Tepung Mocaf		HFCS		Kacang Tanah		Kismis		Margarin		Jumlah	
	Jumlah (g)	Berat (g)	Jumlah (%)	Berat (g)	Jumlah (%)	Berat (g)	Jumlah (%)	Berat (g)	Jumlah (%)	Berat (g)	Jumlah (%)	Berat (g)	Jumlah (%)	Berat (g)	Jumlah (%)	Berat (g)
F1	24,17	96,68	19,17	76,68	16,67	66,68	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F2	23,33	93,32	18,33	73,32	18,33	73,32	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F3	25	100	15	60	20	80	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	40,00
F4	20	80	20	80	20	80	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F5	22,5	90	17,5	70	20	80	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F6	25	100	20	80	15	60	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F7	22,5	90	20	80	17,5	70	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F8	24,17	96,68	16,67	66,68	19,17	76,68	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F9	20	80	20	80	20	80	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F10	21,67	86,68	19,17	76,68	19,17	76,68	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F11	25	100	15	60	20	80	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F12	15	60	20	80	25	100	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400
F13	25	100	17,5	70	17,5	70	6,4	25,6	16,61	66,44	9,6	38,4	7,38	29,52	100	400

Lampiran 8. Data Hasil Analisis Kadar Air

Tabel 43. Hasil Analisis Kadar Air

Sampel	Berat sampel (g)		Kadar Air
F1	W0	20.781	10.80
	W1	22.781	
	W2	22.565	
F2	W0	19.988	10.74
	W1	21.98	
	W2	21.766	
F3	W0	19.87	10.95
	W1	21.87	
	W2	21.651	
F4	W0	20.57	9.95
	W1	22.57	
	W2	22.371	
F5	W0	21.845	10.50
	W1	23.845	
	W2	23.635	
F6	W0	21.183	10.80
	W1	23.183	
	W2	22.967	
F7	W0	19.865	10.45
	W1	21.865	
	W2	21.656	
F8	W0	21.223	10.80
	W1	23.223	
	W2	23.007	
F9	W0	20.296	10.00
	W1	22.296	
	W2	22.096	
F10	W0	21.217	10.25
	W1	23.217	
	W2	23.012	
F11	W0	22.356	10.95
	W1	24.356	
	W2	24.137	
F12	W0	21.35	10.85
	W1	23.35	
	W2	23.133	
F13	W0	19.535	10.80
	W1	21.535	
	W2	21.319	

Lampiran 9. Data Hasil Analisis Kadar Serat**Tabel 44. Hasil Analisis Kadar Serat**

Sampel	bobot sampel (g)	bobot kertas (g)	bobot kertas serat (g)	kadar serat (%)
F1	1.005	1.012	1.146	13.33
F2	1.002	1.044	1.17	12.57
F3	1.004	1.012	1.156	14.34
F4	1.006	1.035	1.129	9.34
F5	1.001	1.028	1.141	11.29
F6	1.002	1.044	1.19	14.57
F7	1.004	1.027	1.141	11.35
F8	1.004	1.027	1.161	13.35
F9	1.001	1.028	1.121	9.29
F10	1.003	1.029	1.135	10.57
F11	1.002	1.044	1.19	14.57
F12	1.004	1.02	1.164	14.34
F13	1.001	1.036	1.179	14.29

Lampiran 10. Data Hasil Analisis Kadar Protein

Tabel 45. Hasil Analisis Kadar Protein

Sampel	Volume titrasi (mL)		Berat Sampel (g)	N NaOH	FP	BE Nitrogen	Kadar Nitrogen (%)	Kadar Protein (%)
F1	Vs	31.00	2.017	0.0998	10	14.008	2.77	17.33
	Vb	35.00						
F2	Vs	31.20	2.026	0.0998	10	14.008	2.62	16.39
	Vb	35.00						
F3	Vs	30.70	2.035	0.0998	10	14.008	2.95	18.46
	Vb	35.00						
F4	Vs	31.70	2.054	0.0998	10	14.008	2.25	14.04
	Vb	35.00						
F5	Vs	31.40	2.044	0.0998	10	14.008	2.46	15.39
	Vb	35.00						
F6	Vs	30.70	2.033	0.0998	10	14.008	2.96	18.48
	Vb	35.00						
F7	Vs	31.40	2.011	0.0998	10	14.008	2.50	15.64
	Vb	35.00						
F8	Vs	31.00	2.037	0.0998	10	14.008	2.75	17.16
	Vb	35.00						
F9	Vs	31.60	2.057	0.0998	10	14.008	2.31	14.44
	Vb	35.00						
F10	Vs	31.50	2.054	0.0998	10	14.008	2.38	14.89
	Vb	35.00						
F11	Vs	30.70	2.046	0.0998	10	14.008	2.94	18.36
	Vb	35.00						
F12	Vs	30.70	2.059	0.0998	10	14.008	2.92	18.25
	Vb	35.00						
F13	Vs	30.80	2.028	0.0998	10	14.008	2.90	18.10

Lampiran 11. Data Hasil Analisis Kadar Lemak

Tabel 46. Hasil Analisis Kadar Lemak

Sampel	Berat Sampel (g)		Kadar Lemak (%)
F1	W0	94.179	12.29
	W1	94.794	
	WS	5.004	
F2	W0	109.321	11.75
	W1	109.909	
	WS	5.003	
F3	W0	93.745	12.60
	W1	94.376	
	WS	5.008	
F4	W0	109.715	10.95
	W1	110.263	
	WS	5.006	
F5	W0	93.75	11.53
	W1	94.328	
	WS	5.011	
F6	W0	109.376	12.89
	W1	110.021	
	WS	5.003	
F7	W0	109.758	11.51
	W1	110.334	
	WS	5.006	
F8	W0	94.455	12.32
	W1	95.071	
	WS	5.002	
F9	W0	110.513	11.89
	W1	111.108	
	WS	5.005	
F10	W0	110.018	11.10
	W1	110.574	
	WS	5.008	
F11	W0	109.321	12.89
	W1	109.966	
	WS	5.005	
F12	W0	93.745	12.74
	W1	94.383	
	WS	5.006	
F13	W0	109.717	12.55

Lampiran 12. Data Hasil Analisis Organoleptik Respon Warna

Tabel 47. Hasil Analisis Respon Warna

No. Panelis	Warna													Total	Rata-rata
	799	750	638	345	236	812	627	266	157	929	817	818	534		
1	3	4	3	4	3	3	5	3	3	3	4	3	3	44	3.38
2	3	5	4	4	4	4	4	3	3	3	5	4	4	50	3.85
3	4	4	4	3	4	4	5	4	4	3	4	4	4	51	3.92
4	2	3	4	5	3	3	4	4	3	4	4	3	3	45	3.46
5	3	3	4	5	4	4	4	3	3	4	4	5	2	48	3.69
6	2	4	3	4	4	3	5	3	3	3	4	3	3	44	3.38
7	3	4	4	4	4	3	6	3	3	4	5	4	4	51	3.92
8	2	4	4	3	5	4	4	3	3	3	4	4	2	45	3.46
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	39	3.00
10	3	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	55	4.23
11	2	3	4	3	4	5	5	3	4	4	3	5	3	48	3.69
12	2	3	3	4	3	5	4	3	4	3	3	5	3	45	3.46
13	3	3	4	3	3	3	5	4	4	3	3	5	2	45	3.46
14	1	3	3	2	3	4	5	5	4	4	3	4	3	44	3.38
15	2	4	5	5	4	4	6	4	3	3	3	5	2	50	3.85
16	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	45	3.46
17	1	4	5	5	4	4	6	4	3	4	4	3	3	50	3.85
18	2	2	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	2	39	3.00
19	2	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	45	3.46
20	4	5	4	4	3	5	5	4	5	4	4	5	4	56	4.31
21	3	4	3	4	5	6	4	4	5	4	5	3	3	53	4.08
22	3	3	2	3	3	5	4	5	6	3	3	4	2	46	3.54
23	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	4	5	4	54	4.15
24	4	3	3	3	4	6	5	5	4	3	4	4	3	51	3.92
25	3	3	3	3	5	6	6	5	4	5	5	4	4	56	4.31

26	3	5	5	4	5	4	4	4	3	3	4	4	3	51	3.92
27	2	4	5	5	4	4	6	4	3	3	3	4	2	49	3.77
28	4	5	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	2	49	3.77
29	3	5	4	4	3	3	4	4	5	3	3	3	3	47	3.62
30	4	5	4	5	5	3	4	3	4	3	3	4	4	51	3.92
Jumlah	83	113	114	115	117	120	137	111	112	103	113	118	90	1446	111.23
Rata-rata	2.77	3.77	3.8	3.83	3.90	4.00	4.57	3.70	3.73	3.43	3.77	3.93	3.00	48.20	3.71

Lampiran 13. Data Hasil Analisis Organoleptik Respon Tekstur

Tabel 48. Hasil Analisis Respon Tekstur

No. Panelis	Tekstur													Total	Rata-rata
	799	750	638	345	236	812	627	266	157	929	817	818	534		
1	4	5	4	4	4	5	3	4	4	4	5	4	5	55	4.23
2	5	4	4	3	5	4	4	4	5	2	5		3	48	4.00
3	4	3	5	4	4	5	5	5	4	3	4	5	4	55	4.23
4	3	4	6	3	4	4	4	4	5	3	5	4	5	54	4.15
5	3	3	5	5	5	4	5	5	4	3	3	3	5	53	4.08
6	4	4	4	5	5	3	3	5	5	4	5	4	4	55	4.23
7	5	4	4	4	5	3	2	4	4	4	6	5	4	54	4.15
8	4	5	3	3	4	4	4	5	5	5	4	5	4	55	4.23
9	3	3	5	3	4	3	4	4	4	3	3	4	5	48	3.69
10	4	4	4	4	3	4	3	5	3	3	4	5	4	50	3.85
11	5	5	3	5	4	5	4	4	3	4	5	4	6	57	4.38
12	3	5	4	5	5	5	3	3	4	3	5	5	4	54	4.15
13	3	5	4	4	4	5	4	5	4	2	4	5	3	52	4.00
14	4	4	5	3	5	4	5	5	4	3	4	3	4	53	4.08
15	4	3	5	5	3	3	3	4	3	4	4	4	5	50	3.85
16	5	3	5	4	4	5	3	3	4	3	5	4	3	51	3.92
17	3	4	4	5	5	4	2	4	5	4	5	5	4	54	4.15
18	4	3	5	4	5	5	3	5	4	5	3	4	3	53	4.08
19	4	5	5	3	3	5	4	5	4	4	4	3	4	53	4.08
20	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	57	4.38
21	3	5	4	3	5	5	5	3	3	4	5	4	4	53	4.08
22	4	5	4	5	4	4	3	4	4	3	4	3	4	51	3.92
23	5	4	5	5	5	3	3	3	3	4	5	4	5	54	4.15
24	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	54	4.15
25	4	3	5	3	5	4	4	5	4	3	5	5	3	53	4.08

26	3	3	4	3	4	4	4	5	5	4	6	4	4	53	4.08
27	4	4	5	4	3	4	3	5	4	4	4	4	4	52	4.00
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	53	4.08
29	5	3	3	4	3	3	3	5	3	3	4	4	3	46	3.54
30	5	4	4	5	4	4	5	5	3	4	5	3	4	55	4.23
Jumlah	120	120	131	120	127	124	110	130	119	108	134	119	123	1585	122.23
Rata-rata	4.00	4.00	4.37	4.00	4.23	4.13	3.67	4.33	3.97	3.60	4.47	4.10	4.10	52.83	4.07

Lampiran 14. Data Hasil Analisis Organoleptik Respon Aroma

Tabel 49. Hasil Analisis Respon Aroma

No. Panelis	Aroma													Total	Rata-rata
	799	750	638	345	236	812	627	266	157	929	817	818	534		
1	4	5	4	4	4	5	3	4	4	4	5	4	5	55	4.23
2	5	4	4	3	5	4	4	4	5	2	5		3	48	4.00
3	4	3	5	4	4	5	5	5	4	3	4	5	4	55	4.23
4	3	4	6	3	4	4	4	4	5	3	5	4	5	54	4.15
5	3	3	5	5	5	4	5	5	4	3	3	3	5	53	4.08
6	4	4	4	5	5	3	3	5	5	4	5	4	4	55	4.23
7	5	4	4	4	5	3	2	4	4	4	6	5	4	54	4.15
8	4	5	3	3	4	4	4	5	5	5	4	5	4	55	4.23
9	3	3	5	3	4	3	4	4	4	3	3	4	5	48	3.69
10	4	4	4	4	3	4	3	5	3	3	4	5	4	50	3.85
11	5	5	3	5	4	5	4	4	3	4	5	4	6	57	4.38
12	3	5	4	5	5	5	3	3	4	3	5	5	4	54	4.15
13	3	5	4	4	4	5	4	5	4	2	4	5	3	52	4.00
14	4	4	5	3	5	4	5	5	4	3	4	3	4	53	4.08
15	4	3	5	5	3	3	3	4	3	4	4	4	5	50	3.85
16	5	3	5	4	4	5	3	3	4	3	5	4	3	51	3.92
17	3	4	4	5	5	4	2	4	5	4	5	5	4	54	4.15
18	4	3	5	4	5	5	3	5	4	5	3	4	3	53	4.08
19	4	5	5	3	3	5	4	5	4	4	4	3	4	53	4.08
20	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	57	4.38
21	3	5	4	3	5	5	5	3	3	4	5	4	4	53	4.08
22	4	5	4	5	4	4	3	4	4	3	4	3	4	51	3.92
23	5	4	5	5	5	3	3	3	3	4	5	4	5	54	4.15
24	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	54	4.15
25	4	3	5	3	5	4	4	5	4	3	5	5	3	53	4.08

26	3	3	4	3	4	4	4	5	5	4	6	4	4	53	4.08
27	4	4	5	4	3	4	3	5	4	4	4	4	4	52	4.00
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	53	4.08
29	5	3	3	4	3	3	3	5	3	3	4	4	3	46	3.54
30	5	4	4	5	4	4	5	5	3	4	5	3	4	55	4.23
Jumlah	120	120	131	120	127	124	110	130	119	108	134	119	123	1585	122.23
Rata-rata	4.00	4.00	4.37	4.00	4.23	4.13	3.67	4.33	3.97	3.60	4.47	4.10	4.10	52.83	4.07

Lampiran 15. Data Hasil Analisis Organoleptik Respon Rasa

Tabel 50. Hasil Analisis Respon Rasa

No. Panelis	Rasa													Total	Rata-rata
	799	750	638	345	236	812	627	266	157	929	817	818	534		
1	4	3	5	5	4	5	3	4	5	4	5	5	4	52	4.31
2	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	6	4	4	55	4.54
3	5	4	3	3	4	4	3	3	4	6	5	5	4	49	4.08
4	3	3	4	5	3	3	4	5	4	5	4	4	5	47	4.00
5	5	2	4	5	3	3	4	4	5	4	3	4	4	46	3.85
6	4	3	5	3	4	4	3	5	4	3	3	3	5	44	3.77
7	3	4	5	5	3	5	5	2	6	4	4	5	5	51	4.31
8	4	4	5	3	4	3	4	3	5	5	4	6	4	50	4.15
9	5	3	4	4	5	3	4	4	5	5	3	4	4	49	4.08
10	4	4	3	4	4	3	2	5	5	3	4	3	3	44	3.62
11	3	4	2	3	3	4	4	4	3	4	5	4	4	43	3.62
12	3	4	4	4	3	5	4	4	5	5	4	5	5	50	4.23
13	4	5	5	5	5	3	3	5	4	5	4	5	4	53	4.38
14	5	4	5	4	4	4	4	3	4	3	3	6	3	49	4.00
15	3	3	5	5	3	4	3	2	5	2	4	4	4	43	3.62
16	4	4	4	5	5	3	4	4	4	4	6	4	4	51	4.23
17	4	2	3	3	6	2	4	3	5	5	5	3	5	45	3.85
18	3	4	5	4	5	5	5	4	6	3	5	4	4	53	4.38
19	2	5	5	5	5	4	4	3	5	4	4	5	5	51	4.31
20	4	3	4	5	4	3	3	4	5	5	3	4	4	47	3.92
21	5	4	5	4	3	4	5	4	3	3	3	3	5	46	3.92
22	3	4	3	3	4	4	4	5	4	3	4	4	4	45	3.77
23	3	3	5	4	5	5	4	4	5	4	6	3	5	51	4.31
24	4	3	6	5	4	4	3	3	5	4	5	4	5	50	4.23
25	4	2	6	3	3	3	4	3	4	3	4	5	3	44	3.62
26	5	3	5	4	5	4	2	4	5	4	3	5	4	49	4.08

27	4	3	4	5	4	3	4	4	6	4	4	5	3	50	4.08
28	3	3	5	4	3	4	4	5	6	3	5	3	3	48	3.92
29	3	3	5	5	5	5	3	5	5	4	4	4	3	51	4.15
30	4	3	4	5	4	5	5	5	4	3	4	3	4	49	4.08
Jumlah	115	103	132	126	122	115	113	117	141	119	126	126	123	1455	121.38
Rata-rata	3.83	3.43	4.40	4.20	4.07	3.83	3.77	3.90	4.70	3.97	4.20	4.20	4.10	48.50	4.05

Lampiran 16. Lampiran 16. Dokumentasi analisis dan organoleptik

