

**OPTIMASI FORMULASI BAKSO ANALOG BERBAHAN DASAR
JANTUNG PISANG (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) DAN
TEPUNG KEDELAI (*Glycine max* L.) MENGGUNAKAN *DESIGN
EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Gelar Sarjana
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

ASTRID ALIYA
22.30.20.061



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026**

ABSTRAK

OPTIMASI FORMULASI BAKSO ANALOG BERBAHAN DASAR JANTUNG PISANG (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) DAN TEPUNG KEDELAI (*Glycine max L.*) MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL*

Oleh:

ASTRID ALIYA

NPM: 223020061

(Program Studi Teknologi Pangan)

Jantung pisang dan tepung kedelai berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku bakso analog yang tinggi serat dan protein nabati sebagai alternatif pangan pengganti daging. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formulasi optimal jantung pisang kedelai (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) dan tepung kedelai (*Glycine max L.*) menggunakan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* dengan dua variabel berubah, yaitu jantung pisang (22,18%-31,69%) dan tepung kedelai (12,67%-22,18%) yang menghasilkan 13 kombinasi formula. Respon yang dianalisis meliputi respon kimia berupa kadar serat kasar, kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu dan kadar karbohidrat serta respon organoleptik yang meliputi warna, aroma rasa dan tekstur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi jantung pisang dan tepung kedelai berpengaruh signifikan terhadap sebagian besar respon yang diuji, kecuali respon organoleptik atribut aroma di mana aroma khas daging diduga disebabkan oleh dominasi *essence* daging yang ditambahkan secara merata pada seluruh formulasi. Semakin tinggi proporsi tepung kedelai, semakin tinggi kadar protein dan lemak, namun semakin rendah kadar serat kasar dan nilai tekstur pada produk. Berdasarkan hasil analisis, formula optimal diperoleh pada proporsi jantung pisang 30,21% dan tepung kedelai 14,15% dengan nilai desirability sebesar 0,627, menghasilkan bakso analog dengan kadar serat kasar (2,89%), kadar protein (10,06%), kadar lemak (2,13%), kadar air (56,39%), kadar abu (2,44%) dan kadar karbohidrat (28,98%) dengan nilai atribut warna (4,27), aroma (3,73), rasa (3,93) dan tekstur (4,57). Hasil analisis seluruh respon berada dalam rentang *Prediction Interval* 95% sehingga model dinyatakan valid. Dengan demikian kombinasi jantung pisang dan tepung kedelai berpotensi dikembangkan sebagai bakso analog yang fungsional dan dapat diterima secara sensori.

Kata Kunci: Bakso Analog, *Design Expert*, Jantung Pisang, *Mixture D-Optimal*, Tepung Kedelai.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE FORMULATION OF ANALOG MEATBALLS MADE FROM BANANA BLOSSOM (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) AND SOYBEAN FLOUR (*Glycine max* L.) USING THE DESIGN EXPERT MIXTURE D- OPTIMAL METHOD

By:

ASTRID ALIYA

NPM: 223020061

(Department of Food Technology)

*Banana blossom and soybean flour have the potential to be developed as raw materials for high-fiber, plant-based protein meatball analog as a meat substitute. This study aims to determine the optimal formulation of banana blossom (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) and soybean flour (*Glycine max* L.) using the Mixture D -Optimal method in Design Expert with two varying variables banana blossom (22.18%–31.69%) and soybean flour (12.67%–22.18%) resulting in 13 formula combinations. The analyzed responses included chemical responses such as crude fiber content, protein content, fat content, moisture content, ash content, and carbohydrate content, as well as organoleptic responses including color, aroma, taste, and texture. The results showed that the proportions of banana blossom and soybean flour significantly influenced most of the tested responses, except for the organoleptic attribute of aroma, where the characteristic meat aroma was likely due to the dominance of meat essence added uniformly across all formulations. As the proportion of soybean flour increased, protein and fat content rose, while crude fiber content and texture scores decreased in the products. Based on the analysis results, The optimal formula was obtained with a banana blossom content of 30.21% and soybean flour content of 14.15%, yielding a desirability value of 0.627, resulting in meatball analogs with crude fiber (2.89%), protein (10.06%), fat (2.13%), moisture (56.39%), ash content (2.44%), and carbohydrate content (28.98%), with attribute values for color (4.27), aroma (3.73), taste (3.93), and texture (4.57). The results of the analysis showed that all responses fell within the 95% prediction interval, thus validating the model. Consequently, the combination of banana blossom and soybean flour has the potential to be developed into functional and sensorially acceptable analog meatballs.*

Keyword: *Analog Meatballs, Banana Blossom, Design Expert, Mixture D-Optimal, Soybean Flour.*

**OPTIMASI FORMULASI BAKSO ANALOG BERBAHAN DASAR
JANTUNG PISANG (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) DAN
TEPUNG KEDELAI (*Glycine max* L.) MENGGUNAKAN *DESIGN
EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

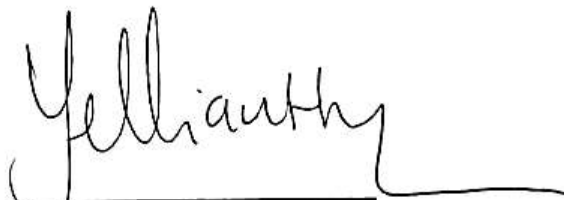
*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Gelar Sarjana
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

ASTRID ALIYA
22.30.20.061

Menyetujui:

Pembimbing Akademik


(Dr. Yellianty, S.Si., M.Si.)

**OPTIMASI FORMULASI BAKSO ANALOG BERBAHAN DASAR
JANTUNG PISANG (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) DAN
TEPUNG KEDELAI (*Glycine max* L.) MENGGUNAKAN *DESIGN
EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Gelar Sarjana
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

ASTRID ALIYA
22.30.20.061

Menyetujui:

**Koordinator Belmawabud
Program Studi Teknologi Pangan
Fakultas Teknik
Universitas Pasundan**



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

PEDOMAN 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 kepustakaan 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:

Aliya, A. (2026): Optimasi Formulasi Bakso Analog Berbahan Dasar Jantung Pisang (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) dan Tepung Kedelai (*Glycine max L.*) dengan menggunakan *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal*, Tugas Akhir, Program Sarjana, Universitas Pasundan.

dan dalam bahasa Inggris sebagai berikut:

Aliya, A. (2026): *Optimization of the Formulation of Analog Meatballs Made From Banana Blossom (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) and Soybean Flour (*Glycine max L.*) Using the Design Expert Mixture D-Optimal Method. Bachelor's Thesis, Pasundan University.*

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Optimasi Formulasi Bakso Analog Berbahan Dasar Jantung Pisang (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*) dan Tepung Kedelai (*Glycine max L.*) Menggunakan *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal*" dengan sebaik-baiknya.

Penulis menyadari dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, maupun doa dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Yelliantty, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis selama penulisan laporan tugas akhir.
2. Ir. Ina Siti Nurminabari, M.P. selaku dosen penguji I yang telah memberikan saran, serta arahan bagi penulis.
3. Jaka Rukmana, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung serta selaku dosen penguji II yang telah memberikan saran, serta arahan bagi penulis.
4. Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan.
5. Rizal Maulana Ghaffar, S.T., M.T. selaku Koordinator Belmawabud Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung.
6. Keluarga khususnya kedua orang tua tercinta Bapak Susianto dan Ibu Wiwi Daryani yang selalu memberi doa, kasih sayang serta dukungan secara moril maupun materil yang tidak pernah berenti dan selalu membimbing penulis sejak masa kecil hingga mencapai bangku perguruan tinggi. Penulis menyadari bahwa setiap langkah yang penulis tempuh tidak pernah terlepas dari perjuangan, kesabaran dan keikhlasan mama dan papa dalam mendampingi penulis. Keyakinan mama dan papa dalam setiap proses yang tidak selalu mudah menjadi salah satu alasan penulis untuk selalu berusaha. Semoga

pencapaian ini dapat menjadi bentuk kecil dari rasa terima kasih penulis atas segala kasih sayang dan pengorbanan yang telah diberikan.

7. Teman-teman Angkatan 2022 Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan yang selalu memberikan dukungannya.
8. Sahabat-sahabat saya Nisa Maulida, Melanie Sejiwa, Augustin Nurita, Vita Maura, Febby Zahra, Habel, Jeon Wonwoo dan Oliver Bearman yang sudah kebersamai sejak awal masuk perkuliahan, saling mendukung, saling menguatkan, saling berbagi ilmu dan berjuang bersama-sama selama perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini bermanfaat khususnya bagi penuluis dan umumnya bagi semua pihak yang membacanya.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PEDOMAN TUGAS AKHIR	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Kerangka Pemikiran.....	5
1.6 Hipotesis Penelitian.....	7
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Bakso Analog	8
2.2 Jantung Pisang (<i>Musa acuminata</i> × <i>Musa balbisiana</i>)	9
2.3 Kacang Kedelai (<i>Glycine max L.</i>)	11
2.4 <i>Design-Expert</i>	13
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	16
3.1.1 Bahan Pembuatan Bakso Analog	16
3.1.2 Bahan Penelitian.....	16

3.1.3 Alat Pembuatan Bakso Analog.....	16
3.1.4 Alat penelitian	16
3.2 Metode Penelitian.....	16
3.2.1 Penelitian Pendahuluan	16
3.2.2 Penelitian Utama	18
3.2.3 Rancangan Percobaan	18
3.2.4 Rancangan Analisis	22
3.2.5 Rancangan Respon	23
3.3 Prosedur Penelitian.....	25
3.3.1 Tahap I Pembuatan Produk	25
3.3.2 Tahap II Pembuatan Produk	26
3.3.3 Prosedur Optimasi Formulasi Bakso Analog Jantung Pisang dan Tepung Kedelai	29
3.4 Jadwal Penelitian.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Hasil Penelitian Tahap I	32
4.2 Hasil Penelitian Tahap II	33
4.2.1 Hasil Analisis Respon Kimia	33
4.2.2 Hasil Respon Organoleptik	61
4.3 Hasil Penelitian Tahap III: Optimasi	79
4.4 Hasil Penelitian Tahap IV: Verifikasi	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	90
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Variabel Berubah Bakso Analog.....	17
Tabel 2. Variabel Tetap Bakso Analog	17
Tabel 3. Penetapan Batas Atas dan Batas Bawah.....	18
Tabel 4. Penetapan Goals dan Importance Bakso Analog.....	22
Tabel 5. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Mutu Hedonik.....	24
Tabel 6. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Mutu Hedonik.....	24
Tabel 7. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Mutu Hedonik.....	24
Tabel 8. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Mutu Hedonik.....	24
Tabel 9. Batas Atas dan Batas Bawah Variabel Berubah	32
Tabel 10. Hasil Rancangan Formulasi Bakso Analog Berbahan Dasar	33
Tabel 11. Hasil Analisis Kadar Serat Kasar	34
Tabel 12. ANOVA Analisis Kadar Serat Kasar	35
Tabel 13. <i>Fit Statistics</i> Analisis Kadar Serat Kasar.....	35
Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Protein	39
Tabel 15. ANOVA Hasil Analisis Kadar Protein.....	39
Tabel 16. <i>Fit Statistics</i> Analisis Kadar Protein.....	40
Tabel 17. Hasil Analisis Kadar Lemak.....	43
Tabel 18. ANOVA Analisis Kadar Lemak.....	44
Tabel 19. <i>Fit Statistics</i> Analisis Kadar Lemak	44
Tabel 20. Hasil Analisis Kadar Air.....	48
Tabel 21. ANOVA Analisis Kadar Air.....	49
Tabel 22. <i>Fit Statistics</i> Analisis Kadar Air	49
Tabel 23. Hasil Analisis Kadar Abu	53
Tabel 24. ANOVA Analisis Kadar Abu	53
Tabel 25. <i>Fit Statistics</i> Analisis Kadar Abu	54
Tabel 26. Hasil Analisis Kadar Karbohidrat	57
Tabel 27. ANOVA Analisis Kadar Karbohidrat	58
Tabel 28. <i>Fit Statistics</i> Analisis Kadar Karbohidrat.....	58
Tabel 29. Hasil Analisis Organoleptik Warna	62
Tabel 30. ANOVA Hasil Organoleptik Atribut Warna	62
Tabel 31. <i>Fit Statistics</i> Organoleptik Atribut Warna	63
Tabel 32. Hasil Analisis Organoleptik Aroma.....	66
Tabel 33. ANOVA Hasil Organoleptik Atribut Aroma.....	67
Tabel 34. <i>Fit Statistics</i> Organoleptik Atribut Aroma.....	67
Tabel 35. Hasil Analisis Atribut Rasa	71
Tabel 36. ANOVA Organoleptik Atribut Rasa.....	72
Tabel 37. <i>Fit Statistics</i> Organoleptik Atribut Rasa.....	72

Tabel 38. Hasil Organoleptik Atribut Tekstur	75
Tabel 39. ANOVA Hasil Organoleptik Atribut Tekstur.....	76
Tabel 40. <i>Fit Statistics</i> Organoleptik Atribut Tekstur.....	76
Tabel 42. Rekomendasi Formula Optimal Bakso Analog dan Prediksi Respon ...	83
Tabel 45. Kebutuhan Biaya Bahan Penelitian.....	104
Tabel 46. Kebutuhan Biaya Analisis	104
Tabel 47. Formulasi Bakso Analog Jantung Pisang dan Tepung Kedelai.....	105
Tabel 48. Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Serat Kasar	106
Tabel 49. Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Protein	108
Tabel 50. Analisis Respon Kimia Kadar Lemak	109
Tabel 51. Hasil Analisis Respon Kadar Air.....	110
Tabel 52. Hasil Analisis Respon Kimia Abu.....	111
Tabel 53. Hasil Analisis Respon Kimia Abu.....	112
Tabel 54. Data Organoleptik Atribut Warna.....	113
Tabel 55. Data Organoleptik Atribut Aroma	114
Tabel 56. Data Organoleptik Atribut Rasa	115
Tabel 57. Data Organoleptik Atribut Tekstur	116
Tabel 58. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Serat Kasar.....	117
Tabel 59. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Protein.....	117
Tabel 60. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Lemak	117
Tabel 61. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Air	117
Tabel 62. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Abu.....	118
Tabel 63. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Karbohidrat.....	118
Tabel 64. Hasil Verifikasi Analisis Organoleptik	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jantung Pisang Kepok	9
Gambar 2. Kedelai dan Tepung Kedelai	12
Gambar 3. Batasan <i>Minimum</i> dan <i>Maximum</i> Variabel Berubah	19
Gambar 4. Penentuan Total <i>Runs</i>	20
Gambar 5. Rancangan <i>Runs</i> Variabel Berubah	20
Gambar 6. Diagram Alir Tahap I Pembuatan Jantung Pisang Lumat	27
Gambar 7. Diagram Alir Tahap II Pembuatan Bakso Analog	28
Gambar 8. Prosedur Optimasi Formulasi Bakso Analog Jantung Pisang dan Tepung Kedelai	30
Gambar 9. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Kadar Serat Kasar	36
Gambar 10. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Kadar Serat Kasar	37
Gambar 11. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Kadar Protein ..	41
Gambar 12. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Kadar Protein	42
Gambar 13. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Kadar lemak....	45
Gambar 14. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Kadar Lemak	46
Gambar 15. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Kadar Air.....	50
Gambar 16. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Kadar Air.....	51
Gambar 17. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Kadar Abu	55
Gambar 18. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Kadar Abu	55
Gambar 19. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Kadar Karbohidrat	59
Gambar 20. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Kadar Karbohidrat	60
Gambar 21. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Atribut Warna..	64
Gambar 22. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Atribut Warna.....	64
Gambar 23. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Atribur Aroma .	69
Gambar 24. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Atribut Aroma	69
Gambar 25. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Atribut Rasa	73
Gambar 26. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Atribut Rasa	74
Gambar 27. Grafik <i>Normal Plot Externally Studentized</i> Respon Atribut Tekstur	77
Gambar 28. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Atribut Tekstur	78
Gambar 29. Grafik <i>Desirability</i> Bakso Analog Jantung Pisang dan Tepung Kedelai	84
Gambar 30. Hasil <i>Point Prediction</i> Pada Produk Bakso Analog	85
Gambar 31. Hasil Verifikasi Formulasi Optimal Produk	86
Gambar 32. Produk Bakso Analog Berbahan Jantung Pisang dan tepung Kedelai	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Serat Kasar Metode Gravimetri	96
Lampiran 2. Analisis Kadar Protein Metode Kjeldahl	97
Lampiran 3. Analisis Kadar Lemak Metode Soxhlet	98
Lampiran 4. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri.....	100
Lampiran 5. Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri	101
Lampiran 6. Analisis Kadar Karbohidrat Metode <i>By Difference</i>	102
Lampiran 7. Lembar Analisis Uji Organoleptik (Uji Mutu Hedonik)	103
Lampiran 8. Rincian Anggaran Biaya Penelitian	104
Lampiran 9. Rancangan Formula Untuk Pembuatan Bakso Analog.....	105
Lampiran 10. Perhitungan Analisis Kadar Serat Kasar.....	106
Lampiran 11. Perhitungan Analisis Kadar Protein	107
Lampiran 12. Perhitungan Analisis Kadar Lemak	109
Lampiran 13. Perhitungan Analisis Kadar Air	110
Lampiran 14. Perhitungan Analisis Kadar Abu.....	111
Lampiran 15. Perhitungan Analisis Kadar Karbohidrat	112
Lampiran 16. Data Analisis Organoleptik.....	113
Lampiran 17. Verifikasi Formula Optimal	117
Lampiran 18. Dokumentasi Pembuatan dan Analisis Produk Bakso Analog	120

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1.1) Latar Belakang, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Pemikiran, (1.6) Hipotesis Penelitian, dan (1.7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1 Latar Belakang

Minat masyarakat Indonesia yang tinggi untuk mengonsumsi daging diperkirakan mencapai 787,42 ribu ton dengan jumlah penduduk sekitar 284,44 juta jiwa jika berdasarkan pada data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2025, sehingga jika dibandingkan dengan tahun 2024, konsumsi daging sapi dan kerbau pada tahun 2025 mengalami kenaikan sebesar 27,75 ribu ton atau sekitar 3,65%. Hal ini tidak sebanding dengan produksi daging sapi dan kerbau di Indonesia yaitu sebesar 515,60 ribu ton yang menyebabkan defisit sebesar 271,82 ribu ton. Sehingga diperlukannya alternatif pangan pengganti untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Di sisi lain, seiring dengan perkembangan zaman, penggunaan daging dalam bakso sering menjadi masalah bagi kalangan tertentu, seperti vegetarian. Jumlah pertumbuhan vegetarian di Indonesia dilaporkan terus mengalami peningkatan, hingga Indonesia menjadi negara tertinggi ketiga dengan pertumbuhan jumlah vegetarian tertinggi berdasarkan survey *International Euromonitor* pada tahun 2018 (Hilali et al., 2025). Permasalahan penggunaan daging pada pembuatan bakso dapat terjadi karena lemak yang terkandung dalam bakso yang beredar cukup tinggi, sebesar 6,22% sehingga dapat memicu terjadinya serangan jantung dan darah tinggi (Permatasari et al., 2024). Daging sapi umumnya mengandung kolesterol sebesar 42-80 mg/100 g, di mana jika dikonsumsi secara berlebihan dapat meningkatkan resiko terjadinya penyumbatan pembuluh darah dan degeneratif (Mustika et al., 2018).

Bakso pada umumnya dibuat dengan bahan dasar daging (Bernadetha Eden Krisdita et al., 2023). Bakso yang terbuat dari bahan selain daging berupa bahan nabati yang disebut dengan bakso analog. Menurut (Astawan, 2009), Bakso analog merupakan produk yang memiliki sifat yang mirip dengan daging tetapi

terbuat dari protein nabati dan berasal dari bahan bukan daging. Daging analog memiliki beberapa keuntungan seperti nilai gizi yang lebih baik, homogenitas yang lebih baik, juga keawetan yang lebih lama. Namun, dalam pembuatannya, bakso analog harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain memiliki serat menyerupai daging dan memiliki tekstur yang kenyal. Berbagai sumber protein nabati telah dimanfaatkan seperti mikroalga, jamur, dan kacang polong. Namun tidak menutup kemungkinan sumber protein nabati lain dapat dimanfaatkan (Hilali et al., 2025). Bahan baku lokal yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai diversifikasi pangan alternatif di Indonesia untuk menjadi produk bakso analog salah satunya adalah jantung pisang karena memiliki tekstur yang dapat menyerupai daging.

Potensi pengembangan bakso analog sebagai alternatif pangan sehat dapat dioptimalkan melalui pemanfaatan jantung pisang karena ketersediannya yang cukup melimpah dan masih kurang pemanfaatannya di Indonesia. Mustika et al. (2018) menyatakan bahwa dalam 100 gr jantung pisang segar mengandung energi sebesar 32 kkal, protein 1,20 g, lemak 0,30 g, juga karbohidrat 7,10 g. Jantung pisang juga memiliki kandungan serat yang tinggi yang bermanfaat untuk memperlancar pencernaan, mengikat lemak dan kolesterol, bahkan bersifat antikoagulan dan dapat memperlancar sirkulasi darah sehingga dapat mencegah beberapa penyakit seperti jantung, pendarahan otak dan stroke (Nenohai et al., 2024). Munadjim (2009), mengatakan bahwa salah satu jantung pisang yang dapat dikonsumsi adalah jantung pisang kepok karena selain mengandung protein dan mineral, jantung pisang kepok mengandung kadar lemak yang rendah, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan olahan pangan. Jantung pisang kepok ini pernah digunakan untuk pangan olahan daging analog seperti dendeng yang penelitiannya dilakukan oleh Sulistiyati pada tahun 2017 dan juga abon yang penelitiannya dilakukan oleh Astija pada tahun 2020, Sehingga pada penelitian ini akan menggunakan jantung pisang kepok sebagai bahan baku utama.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, pemanfaatan jantung pisang telah dibuat menjadi beberapa produk olahan seperti *nugget* (Supriyatin et al., 2022). Pada penelitiannya disebutkan bahwa jantung pisang yang belum diolah perlu

dilakukan pengupasan terlebih dahulu, karena kulit jantung pisang biasanya kotor dan mengandung tanin yang memberikan rasa pahit dan sepat serta mengandung getah yang lebih lengket. Selain itu (Muhammad Ismail et al., 2017) juga mengolah jantung pisang menjadi abon dengan penambahan ikan cakalang. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Hilali et al., (2025) yang mengolah jantung pisang menjadi dendeng analog dan Buana et al., (2019) yang membuat bakso analog dari jantung pisang dengan penambahan kacang merah.

Berdasarkan komposisi yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diketahui bahwa jantung pisang memiliki kandungan protein dan daya ikat antar parikel yang rendah, sehingga diperlukan bahan pangan lain sebagai penyokong protein dan sebagai bahan pengisi pada pembuatan bakso analog. Sehingga dalam pembuatan bakso ditambahkan bahan lain seperti tepung kacang kedelai.

Penambahan kedelai bertujuan untuk meningkatkan kadar protein pada pembuatan bakso analog. Kedelai merupakan salah satu sumber protein nabati yang digemari di Indonesia. Menurut Mentari, et al (2016), dalam 100 gram kedelai terkandung 35 gram protein dengan komposisi kimia kedelai adalah 40,5% protein, 20,5% lemak, 22,2% karbohidrat, 4,3% serat kasar, 4,5% abu, dan 6,6% air. Dalam pembuatan bakso analog digunakan tepung kedelai yang memiliki karakteristik seperti kemampuannya dalam mengikat air dan minyak serta sifatnya sebagai pengemulsi dan pengental (Christian et al., 2025).

Perbedaan antara penggunaan bahan baku yang digunakan akan berdampak pada karakteristik produk yang dihasilkan, sehingga diperlukan formula yang sesuai dengan menggunakan metode optimasi. Penelitian mengenai bakso analog berbasis nabati telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Namun, optimasi formulasi menggunakan metode *Mixture D-Optimal* pada kombinasi jantung pisang dan tepung kacang kedelai belum pernah diteliti. Komponen utama bahan pangan sangat berpengaruh terhadap mutu atau nilai bahan pangan, formulasi biasa digunakan pada makanan olahan dan minuman untuk memperpanjang umur simpan produk (Kusnandar, 2019). Formulasi yang optimal digunakan untuk meningkatkan rasa, aroma, dan warna yang diinginkan dari hasil akhir serta meningkatkan nilai nutrisi dari produk tersebut (Anugerah, 2023).

Design Expert merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk menentukan formulasi secara optimal. Program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan program olahan data lainnya, diantaranya ketelitian program ini cukup tinggi, fleksibel, dan memiliki fitur-fitur statistik yang memudahkan dalam pengoperasiannya (Rivan et al., 2024). Penelitian ini akan melakukan optimasi formulasi bakso analog dengan faktor komposisi jantung pisang dan tepung kedelai dan mengukur satuan respon berupa nilai penerimaan organoleptik warna, aroma, rasa, tekstur dan kandungan nutrisi dari produk bakso analog seperti kadar serat, kadar protein, kadar lemak dan kadar air. Penelitian ini berpotensi menghasilkan produk berkualitas yang meningkatkan konsumsi makanan berkelanjutan dan meningkatkan pilihan gizi masyarakat, sehingga diharapkan dapat memberi pengaruh terhadap *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2 *Zero Hunger* melalui penganekaragaman konsumsi pangan dan perbaikan gizi pangan olahan yang diperdagangkan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka masalah yang diidentifikasi yaitu apakah program *Design Expert* metode *D-Optimal* dapat menentukan formula optimal pada bakso analog berbahan dasar jantung pisang dan tepung kacang kedelai?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah melakukan formulasi bakso analog berbahan dasar jantung pisang dan tepung kedelai yang optimal dengan bantuan *software Design Expert* Metode *D-Optimal*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan formula yang optimal pada formulasi bakso analog berbahan dasar jantung pisang dan tepung kedelai dengan menggunakan program *Design Expert* Metode *D-Optimal*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tersebut meliputi:

1. Hasil penelitian dapat memperkaya literatur akademis dan industri makanan terkait pengembangan produk pangan analog berbasis nabati.

2. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai langkah penganeekaragaman pangan terhadap produk bakso analog menggunakan sumber pangan nabati
3. Hasil penelitian dapat memberikan nilai guna yang lebih terhadap jantung pisang.

1.5 Kerangka Pemikiran

Kebutuhan daging yang tidak sebanding dengan produksi daging menurut data dari BPS, menyebabkan perlunya pangan alternatif pengganti untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dengan adanya daging tiruan, diharapkan dapat membantu kekurangan daging dengan harga yang lebih murah dan nutrisi yang lebih lengkap karena adanya bantuan dari bahan nabati pendamping. Bakso analog adalah produk yang sifatnya mirip dengan daging tetapi terbuat dari bahan bukan daging atau nabati. Sehingga bakso atau daging analog tidak memiliki kandungan lemak hewani dan harganya terjangkau (Permatasari et al., 2024).

Hasil penelitian Hilali (2025) menunjukkan bahwa jantung pisang memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dan memiliki kandungan zat yang diperlukan oleh tubuh seperti vitamin, mineral, dan serat yang tinggi. Jantung pisang juga dapat menjadi bahan dasar daging analog yang baik karena karakteristik seratnya yang menghasilkan karakteristik daging analog karena penampilan, rasa, dan tekstur yang menyerupai daging aslinya. Sehingga Hilali melakukan studi tentang pengolahan jantung pisang menjadi daging analog.

Jantung pisang mengandung serat tinggi yang bermanfaat untuk memperlambat kecepatan pencernaan dalam usus, memberikan perasaan kenyang lebih lama, memperlambat kemunculan gula darah, membantu mengendalikan berat badan, mengurangi risiko penyakit jantung, dan mengikat lemak dan kolestrol (Christine et al., 2014). Bakso analog jantung pisang dengan penambahan kacang merah pada studi yang dilakukan Buana et al., (2019) dengan formula kacang merah (100 g: 90 g: 80 g: 70 g) dan jantung pisang (40 g: 50 g: 60 g: 70 g) dilaporkan memiliki kandungan serat kasar tertinggi pada perlakuan 4 dengan perbandingan kacang merah dan jantung pisang (70 g: 70 g) sebesar 6,71%. Dimana serat kasar yang tinggi mempengaruhi kadar air pada bakso analog sebesar $66,99 \pm 1,18$ wb%. Selain itu, formulasi tersebut mempengaruhi tekstur dengan nilai $4,66 \pm 0,39$ % N. Hasil Analisa sensori uji kesukaan menunjukan formulasi 1:1 (P4) adalah formulasi

paling disukai. Hasil analisa menunjukkan bahwa perbandingan kacang merah dan jantung pisang tidak berpengaruh nyata pada parameter aroma, namun berpengaruh nyata pada parameter warna dan aroma.

Kedelai merupakan salah satu sumber pangan yang memiliki kandungan protein yang tinggi, dan mengandung serat juga asam lemak tak jenuh dalam skala besar tanpa adanya kandungan kolestrol maupun asam lemak jenuh (Rizzo et al., 2018). Protein pada kedelai dapat memperbaiki tekanan darah. Kandungan protein pada kacang kedelai lebih tinggi sekitar 35-38% dibanding kacang-kacangan lain dengan kadar protein sekitar 20-30%. Sehingga Maulina Putri & Nofia (2020) melakukan studi tentang pengolahan kedelai sebagai minuman antihipertensi.

Tepung kedelai merupakan hasil olahan biji kedelai yang kaya akan protein dan sebagai sumber lemak nabati yang peranannya sangat penting untuk menjaga kesehatan tubuh (Rahmawati et al., 2020). Hasil penelitian Christian et al (2025), pada pembuatan bakso analog dengan substitusi jamur *champignon* dan tepung kedelai dengan formulasi jamur *champignon* (75:68:63:56:50) dan tepung kedelai (25:32:37:44:50) memiliki kadar protein tertinggi sebesar 20,17% pada perlakuan 5 dengan perbandingan jamur *champignon* dan tepung kedelai (50 g: 50 g). Hasil penelitian menunjukkan penambahan tepung kedelai pada bakso analog menyebabkan kadar protein meningkat. Namun, semakin meningkatnya proporsi tepung kedelai, maka semakin meningkat kekerasan bakso. Sehingga berpengaruh terhadap kadar air sebesar 57,42% dengan nilai *force* tertinggi yaitu 9,10 N. Sehingga perbandingan konsentrasi kedua bahan tersebut berpengaruh nyata terhadap kadar protein, kadar air, dan tekstur.

Salah satu *software* yang dapat digunakan dalam penentuan formulasi secara optimal adalah *Design Expert*, di mana *Design Expert* menyediakan beberapa pilihan desain dengan fungsi yang berbeda, salah satunya *mixture design* untuk menemukan formulasi optimal (Bas dan Boyaci, 2007). Penelitian ini akan menggunakan *Design Expert* dengan kelebihan dapat mengoptimasikan formulasi beberapa variabel yang dinyatakan dalam satu respon, dan metode yang digunakan adalah *D-Optimal* dengan fleksibilitas tinggi dan kesesuaiannya dalam menentukan jumlah batasan-batasan.

1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas *Design Expert* Metode *D-Optimal* dapat digunakan untuk menentukan formula optimal pada bakso analog berbahan jantung pisang dan tepung kedelai.

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Penelitian, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Jl. Dr. Setiabudhi No. 193, Bandung. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus 2026.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai: (2.1) Bakso Analog, (2.2) Jantung Pisang, (2.3) Tepung kedelai, dan (2.4) *Design Expert*.

2.1 Bakso Analog

Bakso analog atau biasa disebut bakso tiruan merupakan produk yang sifatnya mirip dengan daging namun terbuat dari protein nabati dan tidak menggunakan daging sebagai bahan bakunya. Bakso analog ini memiliki keistimewaan seperti tidak memiliki kandungan lemak hewani dengan harga yang terjangkau. Selain itu, bakso analog harus memenuhi persyaratan bahwa sumber protein nabati yang digunakan memiliki serat menyerupai daging dan memiliki tekstur kenyal (Permatasari et al., 2024). Menurut Herawati et al (2024), olahan bakso analog umumnya memiliki masa simpan yang panjang dan penyajian yang mudah.

Tinjauan preferensi konsumen mengungkapkan bahwa motivasi utama mengonsumsinya bakso analog adalah kesehatan dan juga harganya yang lebih murah. Selain itu, ada pula kemungkinan adanya kepedulian akan kesejahteraan hewan menyebabkan meningkatnya minat masyarakat terhadap bakso analog. Namun, masyarakat masih sulit untuk mengurangi konsumsi daging sepenuhnya, sehingga diperlukan daging konvensional dengan tekstur, rasa dan sifat fungsional yang mirip dengan daging aslinya (Kyriakopoulou et al., 2021).

Bahan yang umumnya digunakan sebagai bahan baku pada bakso analog adalah jamur tiram, seperti penelitian yang dilakukan oleh Debora et al., 2023, dimana peneliti menggunakan jamur tiram dan tepung kacang merah sebagai bahan baku pembuatan bakso analog. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi bakso analog antara kacang merah dan tapioka terbaik pada perlakuan 1 P1 (10%:90%) dengan kadar air sebesar 68,59%, kadar protein sebesar 2,56%, dan kadar serat kasar sebesar 3,71%. Adapun penelitian oleh Syafii et al., 2023 yang menggunakan tempe dan rumput laut sebagai bahan baku pembuatan bakso analog. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi yang memiliki tingkat penerimaan

terbaik adalah formulasi 3 F3 dengan rasio tempe dan rumput laut (80:20). Pada penelitian ini, peneliti akan menggunakan jantung pisang sebagai bahan baku utama pembuatan bakso analog karena jantung pisang dirasa belum banyak produk pengembangannya.

2.2 Jantung Pisang (*Musa acuminata* × *Musa balbisiana*)

Jantung pisang adalah salah satu bagian dari tanaman pisang yang masih kurang dimanfaatkan oleh masyarakat dibandingkan dengan bagian buahnya. Jantung pisang merupakan bunga yang berasal dari pokok pisang, yaitu sejenis tumbuhan dari famili Musaceae yang berperan dalam proses pembentukan buah pisang. Jantung pisang muncul Ketika tanaman pisang memasuki fase berbunga hingga terbentuknya tandang pisang secara sempurna. Umumnya, setiap tanaman hanya memiliki satu tandan dan satu jantung pisang, kecuali pada kondisi atau spesies tertentu yang memungkinkan jumlah lebih dari satu. Secara fisik, jantung pisang memiliki Panjang berkisar antara 25-40 cm dengan lingkaran bagian Tengah antara 12-25 cm (Angraeni et al., 2020).



Gambar 1. Jantung Pisang Kepok

(Sumber: Fatimah, 2020)

Struktur jantung pisang mempunyai banyak lapisan kulit dari yang paling gelap coklat-ungu kemerahan dibagian luar dan warna putih krim susu dibagian dalam. Jantung pisang memiliki cairan berwarna jernih yang apabila terkena udara dari lingkungan luar maka warnanya akan memudar (Novitasari et al., 2013). Menurut Sulistiyati et al., (2017) tidak semua jenis jantung pisang dapat dikonsumsi. Salah satu yang dapat dikonsumsi adalah jantung pisang kepok karena rasanya yang gurih dan hambar. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, diketahui bahwa jantung

pisang kepok mengandung flavonoid, kumarin, dan senyawa fenolik yang berpotensi sebagai agen anti kanker (Harahap & Nasution, 2025).

Kandungan gizi jantung pisang kepok per 100 gram menurut Astija & Djaswintari (2020), mengandung 32 kkal, protein 1,2 g, lemak 0,3 g, karbohidrat 7,1 g, kalsium 3,1 g, fosfor 50 mg, zat besi 0,1 mg, vitamin A 170 mg, vitamin B1 0,05 mg, vitamin C 10 mg, dan air 90,2 g. Jantung pisang biasanya diolah oleh masyarakat, seperti ditumis, dioseng, bahkan digulai. Namun, jantung pisang juga dapat diolah menjadi *nugget* seperti penelitian yang dilakukan oleh Novitasari pada tahun 2013, dimana Novitasari mengatakan bahwa berdasarkan penelitian tersebut diperoleh *nugget* dengan hasil rasa yang tidak jauh berbeda dengan *nugget* pada umumnya. Selain itu, dapat dijadikan sosis analog seperti yang dilakukan oleh Mustika pada tahun 2018 dengan adanya penambahan tempe pada proses pembuatannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sosis analog menghasilkan kadar air 48,50%, protein 17,11%, lemak 9,81%, dan serat kasar 2,20% pada perlakuan rasio jantung pisang dan tempe (10:90).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa jantung pisang berpotensi untuk diolah menjadi bahan dasar daging analog yang baik karena karakteristik seratnya yang menghasilkan karakteristik daging analog karena penampilan, rasa, dan tekstur yang menyerupai daging aslinya (Chaiwongsa et al., 2021). Jantung pisang juga merupakan sumber pangan yang kaya akan serat dan rendah lemak yang bermanfaat untuk mengurangi asupan energi dan menurunkan resiko obesitas, karena dapat memberikan efek kenyang yang lebih lama dibandingkan nasi dan berkhasiat untuk melancarkan pencernaan manusia (Hilali et al., 2025).

Serat kasar yang terdapat dalam jantung pisang segar adalah $20,31 \pm 1,38$ g/100 g, sedangkan serat kasar yang terdapat pada jantung pisang kering adalah $17,41 \pm 1,42$ g/100g (Kusharto, 2006). Kandungan serat inilah yang akan diunggulkan pada pembuatan bakso analog. Namun, dalam proses pembuatannya diperlukan bahan tambahan seperti pengikat ataupun pengisi agar bakso dapat membentuk emulsi antara komponen lemak dan non lemak. Bahan pengisi yang pernah digunakan dalam pengembangan bakso analog adalah tepung sagu, tepung kacang

bogor, tepung kacang merah, isolat protein kedelai, ataupun tepung tapioka. Pada penelitian ini akan menggunakan tepung kacang kedelai sebagai bahan pengisi bakso analog.

2.3 Kacang Kedelai (*Glycine max L.*)

Menurut (Hariyanto et al., 2025) kedelai adalah sumber pangan yang unggul karena mengandung protein berkualitas tinggi, asam lemak tak jenuh, serat dalam jumlah besar, serta berbagai zat lain yang berperan dalam fungsi fisiologis tubuh. Hutami et al., (2018) mengatakan bahwa dalam 100 gram kedelai mengandung energi 286 kal, protein 30,2 g, lemak 15,6 g, karbohidrat 30,1 g, serat 4,9 g, kalsium 196 mg, fosfor 506 mg, zat besi 6,9 mg, vitamin A 95 IU, vitamin B1 0,93 mg, dan air 20 gr.

Menurut USDA (2023), tanaman kedelai (*Glycine max L.*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Fabales</i>
Famili	: <i>Fabaceae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max L.</i>



Gambar 2. Kedelai dan Tepung Kedelai
(Sumber: Marksel, 2020)

Protein dalam kedelai memiliki jumlah yang tinggi dibandingkan dengan protein yang terdapat pada jenis kacang lainnya. Selain itu, kedelai juga kaya akan asam amino esensial sehingga bermanfaat bagi kesehatan, dan dapat dijadikan sebagai sumber pangan nabati yang mengandung protein tinggi tetapi rendah kolesterol (Lisanti et al., 2021). *Food Drug Administration* (FDA) di Amerika Serikat juga mengakui bahwa mengonsumsi protein kedelai dapat mengurangi risiko penyakit seperti kardiovaskular, obesitas, diabetes tipe 2, gangguan sistem kekebalan tubuh, bahkan beberapa jenis kanker. Kedelai memiliki berbagai senyawa bioaktif seperti isoflavon, saponin, dan peptida yang berperan sebagai komponen penting dalam pengembangan pangan fungsional sehingga kedelai dikenal sebagai sumber protein nabati yang kaya akan nutrisi dan memiliki potensi kesehatan yang signifikan (Hariyanto et al., 2025). Tingginya kandungan protein dalam kedelai, menjadikan kedelai salah satu bahan pangan yang sering digunakan sebagai bahan baku pengolahan produk pangan nabati. Seperti pada bahan setengah jadi tahu dan tempe, susu kedelai, bahkan tepung kedelai.

Tepung kedelai merupakan hasil olahan biji kedelai yang kaya akan protein dan sumber lemak nabati yang sangat penting peranannya dalam kesehatan tubuh (Rahmawati et al., 2020). Selain tinggi protein, tepung kedelai juga mengandung karbohidrat, lemak, kalsium, fosfor, dan zat besi. Tepung kedelai memiliki karakteristik fungsional seperti kemampuannya dalam mengikat air dan minyak serta sifatnya sebagai pengemulsi dan pengental. Karakter tersebut membuat tepung

ini sangat sesuai untuk diaplikasikan dalam produk pangan berbasis protein nabati (Christian et al., 2025). Tepung kedelai ini pernah dijadikan bahan baku pembuatan bakso analog pada penelitian Mentari (2016), dimana peneliti menggunakan tepung kacang merah dan tepung kacang kedelai sebagai bahan bakunya. Kandungan proteinnya yang tinggi menjadikan alasan dipilihnya tepung kedelai sebagai bahan pembuatan bakso analog. Wulan (2018), juga menggunakan tepung *Isolat Soy Protein* (ISP) dalam sebagai bahan baku dalam pembuatan daging analog. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pembuatan daging analog kedelai dengan formulasi 100% kacang kedelai dapat diterima dan disukai oleh masyarakat. Proporsi relatif masing-masing bahan akan mempengaruhi bentuk dan mutu bakso analog, karena menurut Nunuz et al (2020), batasan optimal bakso analog adalah tepung kedelai 20-40% dengan rancangan formulasi yang tepat menggunakan *mixture design*. Sehingga diperlukannya optimasi formula dalam pembuatan bakso analog.

2.4 Design-Expert

Optimasi formulasi adalah penentuan formulasi optimal berdasarkan respon yang diteliti. Penentuan optimasi formulasi dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi yaitu dengan menggunakan *Design Expert* (Rahmadina, 2023). *Design Expert* menyajikan hasil analisis ragam anova. Suatu variable respon dinyatakan berbeda signifikan pada taraf signifikansi 5% jika nilai "Prob < F" hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 sedangkan nilai "Prob > F" hasil analisis lebih besar dari 0,05 maka variable respon dinyatakan tidak berbeda signifikan, kemudian variable respon in digunakan sebagai model prediksi untuk menentukan formula optimal (Nurhayati, 2016).

Menurut Hidayat et al (2020), program *Design Expert* ini menyediakan 4 jenis rancangan program dengan efisiensi tinggi, yaitu:

1. Desain faktorial yang digunakan untuk memberikan model hubungan antara variable respon dengan satu atau lebih variable bebas, dapat mengidentifikasi faktor penting yang mempengaruhi proses atau produk.

2. *Respon Surface Methodology* (RSM) yang berguna untuk memodelkan dan menganalisis masalah-masalah di mana responnya dipengaruhi variabel, dapat menetapkan proses yang ideal guna mencapai kinerja yang optimal.
3. *Mixture* yang digunakan untuk komponen dalam formulasi yang berubah secara proposional satu sama lain, di mana presentase setiap variabel harus selalu bertambah hingga mendapatkan nilai total tetap, sehingga dapat menetapkan formulasi yang optimal.
4. *Combined* yang merupakan *Design Of Experiment* (DOE) yaitu kombinasi antara faktorial, RSM, dan *mixture*. Digunakan untuk mempelajari variabel-variabel antara variabel komposisi campuran dan variabel proses dalam satu DOE.

Dalam optimasi formulasi bakso analog ini akan menggunakan metode *Mixture D-Optimal* karena memiliki kelebihan, yaitu memiliki ketelitian secara numerik mencapai 0,001 dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimasi. *Mixture Design* dapat memberikan formula optimal dengan menggunakan data respon dari parameter masing-masing sediaan. Dari berbagai formulasi, formula optimum merupakan formula yang memiliki hasil evaluasi berada dalam rentang batas dalam setiap parameter, dan dilihat menggunakan derajat *desirability*. Semakin mendekati 1, artinya formula semakin baik/ optimum (Damayanti, 2018).

Pada program *Design Expert* memiliki 5 model untuk setiap responnya, antara lain *mean*, *linear*, *quadratic*, *special cubic*, dan *cubic*. Model yang dimaksud merupakan hasil dari proses analisis mutu awal produk yang diolah oleh rancangan statistik *Mixture Design* yang menunjukkan hasil mutu awal atau respon produk. Pada akhirnya, program ini akan merekomendasikan salah satu *fit summary* (Wahyudi, 2012).

Selama proses optimasi, terdapat beberapa syarat yang perlu dicapai agar mendapat hasil yang optimum, seperti menurut Nurhayati (2016), model matematis yang dihasilkan harus terbukti signifikan secara statistik. Suatu variabel respon dinyatakan berbeda signifikan pada taraf 5% apabila nilai " $\text{Prob} < F$ " hasil analisis sama dengan 0,05. Sedangkan apabila nilai " $\text{Prob} > F$ " lebih besar dari 0,05 maka variabel respon dinyatakan tidak berbeda signifikan. Selain itu nilai *lack of fit* juga

harus dikatakan tidak signifikan atau lebih besar dari 0,2 agar model yang digunakan dianggap sesuai dengan data aktual dan layak dijadikan dasar optimasi. Apabila nilai *lack of fit* signifikan, model yang dipilih tidak mampu menggambarkan pola data dengan baik sehingga prediksi yang dihasilkan tidak akurat (Hidayat et al., 2020). Menurut Damayanti et al., (2018) nilai koefisien determinasi (R^2) menunjukkan seberapa besar variasi data respon yang dapat dijelaskan oleh model, dimana selisih antara *adjusted* R^2 dan *predicted* R^2 tidak boleh melebihi 0,2 karena jika lebih akan mencirikan bahwa model terlalu kompleks atau terdapat masalah pada data eksperimen.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai (3.1) Bahan dan Alat Penelitian, (3.2) Metode Penelitian, (3.3) Prosedur Penelitian, (3.4) Jadwal Penelitian

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Pembuatan Bakso Analog

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bakso analog adalah jantung pisang kepok yang diperoleh dari Toko Harmonis Bandung, dan tepung kedelai yang diproduksi oleh DK *Store* Bandung. Bahan tambahan pangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tapioka, garam dapur, gula pasir, bawang merah, bawang putih, penyedap kaldu, ekstrak daging sapi, merica, dan air.

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan untuk analisis antara lain garam *kjeldahl*, H_2SO_4 pekat, H_3BO_3 , NaOH 30%, Na_2SO_3 5%, HCl 0,1 N, NaOH 0,1 N, akuades, indikator Phenolphthalein (PP), petroleum ether, H_2SO_4 0,3 N, CHCl_3 , NaOH 0,3 N, alkohol 70 %, AgNO_3 , kertas saring, *thimble*

3.1.3 Alat Pembuatan Bakso Analog

Alat yang digunakan untuk membuat bakso analog adalah *blender*, gelas ukur, timbangan, sendok, baskom, mangkok, kompor, dan panci.

3.1.4 Alat penelitian

Cawan krus porselin, oven, desikator, labu *kjeldahl*, lemari asam, buret, pemanas listrik, neraca analitik, labu takar 100 ml, labu Erlenmeyer 100 ml, alat destilasi, pipet 10 ml, pipet tetes, bunsen, kaki tiga, klem dan statif, labu bundar, alat ekstraksi *soxhlet*.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yaitu menentukan batas atas dan batas bawah konsentrasi jantung pisang dan tepung kedelai yang akan diformulasikan pada *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* sebagai variabel berubah dan variabel

tetap pada penelitian. Variabel berubah dianggap akan memberikan pengaruh terhadap hasil yang diperoleh dari setiap formula. Variabel berubah yang digunakan pada penelitian ini meliputi jantung pisang dan tepung kedelai. Sedangkan variabel tetap adalah komponen dalam bahan baku yang dianggap tidak akan memberikan pengaruh terhadap hasil akhir dari setiap formulasi. Variabel tetap yang digunakan pada penelitian ini meliputi tepung tapioka, garam, gula, bawang merah, bawang putih, merica, penyedap, dan air.

Penentuan batas atas dan batas bawah dilakukan dengan kajian penelitian terdahulu yang kemudian dilakukan percobaan (*trial*) berdasarkan formulasi yang telah ditentukan. Setelah didapatkan batas atas (*maximum*) dan batas bawah (*minimum*), data tersebut dimasukkan ke dalam *software Design Expert*.

Tabel 1. Variabel Berubah Bakso Analog

No.	Bahan Baku Variabel Berubah	Batas Bawah (%)	Batas Atas (%)
1.	Jantung Pisang	22,18	31,69
2.	Tepung Kedelai	12,67	22,18

Tabel 2. Variabel Tetap Bakso Analog

No.	Nama Bahan	Presentase %
1.	Tepung tapioka	19,02
2.	Garam	1,9
3.	Gula	0,32
4.	Bawang Merah	0,6
5.	Bawang Putih	0,32
6.	Merica	0,16
7.	Penyedap	0,32
8.	Flavor Daging Sapi	1,3
9.	Air	31,70
Total		55,64
Variabel Berubah		44,36
Total Keseluruhan		100

Sumber: Buana et al. (2019) dengan modifikasi

3.2.2 Penelitian Utama

Penelitian utama merupakan lanjutan dari penelitian pendahuluan yang bertujuan untuk mencari optimasi formula yang terpilih dengan menggunakan *Design Expert* metode *D-Optimal* dengan dua respon yaitu kimia dan organoleptik. Respon kimia yang akan diuji yaitu kadar serat kasar, kadar protein, kadar air, kadar lemak, kadar abu dan kadar karbohidrat. Pengujian respon kimia dilakukan untuk mengetahui apakah produk bakso analog yang dihasilkan sudah memenuhi karakteristik dari bakso analog sesuai dengan yang diharapkan peneliti.

Selain itu, akan dilakukan juga pengujian respon organoleptik dengan uji mutu hedonik yang meliputi atribut warna, aroma, rasa dan tekstur. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa formula yang dihasilkan tidak hanya memenuhi karakteristik kimia, tetapi juga memiliki nilai sensori yang dapat diterima oleh konsumen.

3.2.3 Rancangan Percobaan

Penentuan formula optimum terdiri dari empat tahap, yaitu tahap penentuan variabel, respon dan formula menggunakan *software Design Expert* metode *D-Optimal*, pembuatan produk dan pengujian respon, penentuan formula terpilih, dan tahap verifikasi.

1. Tahap I: penentuan variabel, respon dan formula menggunakan *software Design Expert* metode *D-Optimal*

A. Penentuan Variabel

Bahan yang digunakan sebagai variabel berubah yaitu jantung pisang dan tepung kedelai dengan batas atas dan batas bawah sebagai berikut:

Tabel 3. Penetapan Batas Atas dan Batas Bawah

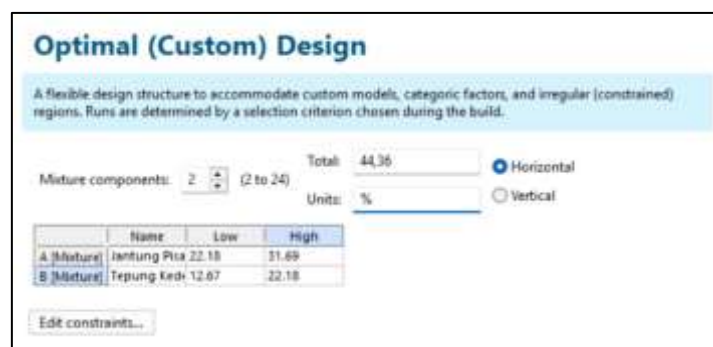
No	Bahan Baku Variabel Berubah	Batas Bawah (%)	Batas Atas (%)
1	Jantung Pisang	22,18	31,69
2	Tepung Kedelai	12,67	22,18

B. Penentuan Respon

Adapun respon yang akan diuji pada penelitian ini yaitu meliputi respon kimia dan organoleptik. Respon kimia meliputi kadar serat kasar, kadar protein, kadar lemak kadar air, kadar abu dan kadar karbohidrat. Respon organoleptik yang diuji meliputi warna, aroma, rasa dan tekstur.

C. Penentuan Formula Menggunakan *Software Design Expert* Metode *D-Optimal*

Tahapan pertama yaitu perancangan formula berdasarkan formula pendahuluan yang mengacu pada peneliti terdahulu. Formula pendahuluan akan digunakan sebagai dasar penentuan variabel tetap dan penentuan batas bawah (*minimum*) dan batas atas (*maximum*) variabel berubah yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Optimal (Custom) Design

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

Mixture components: 2 (2 to 24) Total: 44.36 Units: % ☒ Horizontal ☐ Vertical

	Name	Low	High
A [Mixture]	tepung Peka	22.18	31.69
B [Mixture]	tepung Kedi	12.67	22.18

[Edit constraints...](#)

Gambar 3. Batasan *Minimum* dan *Maximum* Variabel Berubah

Diketahui jumlah presentasi variabel berubah sebesar 44.36% dan variabel tetap sebesar 55.64%. Penetapan batas bawah dan atas yaitu dengan cara menentukan presentase bahan baku variabel paling rendah dan paling tinggi yang mengacu pada formula penelitian terdahulu.

Tahapan selanjutnya yaitu menentukan jumlah *runs* atau formula. Penentuan jumlah *runs* yang sesuai, rancangan *D-Optimal* dapat menghasilkan kombinasi formula yang efektif untuk mendapatkan model prediksi yang akurat. Jumlah *runs* yang tepat akan membantu formulasi yang efisien. Berikut tampilan pengaturan *runs* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Gambar 4. Penentuan Total *Runs*

Additional model points merupakan titik tambahan untuk meningkatkan akurasi dan presisi model. *Lack of fit* menunjukkan ketidaksesuaian model dengan data. *Replicate points* merupakan titik ulangan untuk mengukur kesalahan eksperimental dan meningkatkan reliabilitas data. *Additional center points* digunakan untuk memahami bagaimana perubahan faktor secara bersamaan memengaruhi respon. Hasil rancangan *runs* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Run	Component 1 A:Jantung Pi... %	Component 2 B:Tepung Ke... %
1	22.18	22.18
2	31.69	12.67
3	26.935	17.425
4	29.3125	15.0475
5	22.18	22.18
6	26.935	17.425
7	31.69	12.67
8	22.18	22.18
9	31.69	12.67
10	31.69	12.67
11	24.5575	19.8025
12	22.18	22.18
13	26.935	17.425

Gambar 5. Rancangan Runs Variabel Berubah

2. Tahap II: Pembuatan Produk dan Analisis Respon

Pada tahap ini dilakukan pembuatan produk bakso analog jantung pisang dan tepung kedelai dengan formula yang diberikan oleh *Design Expert*. Setelah itu dilakukan pengujian terhadap respon yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu

respon kimia (kadar serat, kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu dan kadar karbohidrat) dan respon organoleptik (warna, aroma, rasa dan tekstur).

3. Tahap III: Optimasi

Tahap ini dilakukan untuk menentukan formulasi terpilih dari bakso analog jantung pisang dan tepung kedelai. Setelah penginputan, *Design Expert* akan menyajikan hasil analisis ragam ANOVA. Suatu variabel respon dinyatakan berbeda signifikan pada taraf 5% jika nilai " $Prob < F$ " hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05. Apabila nilai " $Prob > F$ " hasil analisis lebih besar dari 0,05, maka variabel respon dinyatakan tidak berbeda signifikan pada taraf signifikan 5%. variabel-variabel respon ini kemudian digunakan sebagai model prediksi untuk menentukan formulasi terpilih. *Design Expert* metode *D-Optimal* akan mengolah semua variabel respon berdasarkan kriteria-kriteria yang ditetapkan serta memberi solusi beberapa formula terpilih.

Pada tahap penentuan formula terpilih atau optimal, penetapan *goals* ditentukan terlebih dahulu berdasarkan nilai yang diharapkan pada variabel berubah serta respon. Kriteria target dapat ditentukan dengan salah satu dari kategori yang meliputi *in range* (dalam kisaran tertentu), *minimize* (minimum atau batas bawah) dan *maximize* (maksimum atau batas atas). Nilai target optimasi yang dicapai dinyatakan dengan "*desirability*" dimana nilainya antara 0 hingga 1. Semakin mendekati 1 maka semakin mudah formula tersebut dalam mencapai titik formula terpilih berdasarkan variabel responnya. Optimalisasi dilakukan untuk mencapai nilai *desirability* yang maksimum. Namun perlu diingat bahwa tujuan utama optimasi bukan untuk mencari nilai "*desirability*" sebesar 1, tapi untuk mencari kombinasi yang tepat dari berbagai komposisi bahan. Nilai *importance* dipilih berdasarkan tingkat kepentingan setiap variabel berubah dan respon dengan rentang bobot (+) hingga (+++++). Semakin tinggi bobot *importance*, maka dianggap semakin penting tingkat pembobotannya.

Penetapan *goals* dan *importance* ditentukan terlebih dahulu oleh peneliti berdasarkan pertimbangan karakteristik produk.

Tabel 4. Penetapan *Goals* dan *Importance* Bakso Analog

Respon	Target	Importance
Kadar Serat Kasar	<i>Maximize</i>	5 (+++++)
Kadar Protein	<i>Maximize</i>	5 (+++++)
Kadar Lemak	<i>In Range</i>	4 (++++)
Kadar Air	<i>In Range</i>	4 (++++)
Kadar Abu	<i>In Range</i>	3 (+++)
Kadar Karbohidrat	<i>In Range</i>	3 (+++)
Warna	<i>Maximize</i>	4 (++++)
Aroma	<i>Maximize</i>	4 (++++)
Rasa	<i>Maximize</i>	4 (++++)
Tekstur	<i>Maximize</i>	5 (+++++)

4. Tahap IV: Verifikasi

Tahap ini bertujuan untuk melakukan pembuktian terhadap prediksi dari nilai respon solusi formula terpilih yang disarankan oleh *Design Expert*. Pada tahap ini. Formula terpilih akan dilakukan pengujian terhadap respon kimia dan organoleptik yang telah ditentukan. Kemudian nilai dari hasil analisis dibandingkan dengan prediksi respon yang dihasilkan oleh program *Design Expert*.

Design Expert akan memberikan nilai *Confident Interval* (CI) dan *Prediction Interval* (PI) untuk setiap nilai prediksi respon pada taraf signifikan 95%. Nilai CI adalah rentang yang menunjukkan ekspektasi rata-rata hasil pengukuran berikutnya pada taraf tertentu, yang dalam hal ini 95%. PI adalah rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran respon berikutnya dengan kondisi sama pada taraf tertentu, yang dalam hal ini 5%.

3.2.4 Rancangan Analisis

Suatu variabel respon dinyatakan berbeda signifikan pada taraf signifikan 5% jika nilai " $Prob < F$ " hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05. Suatu variabel dinyatakan tidak berbeda signifikan pada taraf 5% Jika nilai " $Prob > F$ " hasil analisis lebih besar dari 0,05. Kemudian nilai *lack of fit* harus tidak signifikan atau lebih besar atau sama dengan 0,1. Selanjutnya, variabel-variabel respon ini

digunakan sebagai model prediksi untuk menentukan formula optimal. *Design Expert* akan mengolah semua variabel respon berdasarkan kriteria-kriteria yang ditetapkan serta memberi Solusi beberapa formula optimal yang terpilih. nilai target optimasi yang dicapai dinyatakan dengan “*desirability*” yang dinyatakan nilainya antara 0-1. Semakin mendekati 1 maka semakin mudah suatu formula untuk mencapai titik formula optimalnya. Optimalisasi dilakukan untuk mencapai nilai “*desirability*” yang maksimum.

3.2.5 Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan untuk menentukan optimasi dari perlakuan meliputi:

1. Respon Kimia

Untuk mengetahui kadar serat kasar dalam produk bakso dengan metode gravimetri (Hardiyanti & Khairun Nisah, 2019), untuk mengetahui kadar protein yang terkandung dalam produk bakso analog berbahan dasar jantung pisang dan tepung kedelai dengan metode *Kjeldahl* (SNI, 2014), untuk mengetahui kadar lemak yang terkandung dalam produk bakso analog dengan metode *soxhlet* (SNI, 2014), untuk mengetahui kadar air dalam produk bakso dengan metode gravimetri (SNI, 2014), untuk mengetahui kadar abu dengan metode gravimetri (SNI, 2014) dan kadar karbohidrat dengan metode *by difference* (Kole et al., 2020).

2. Respon Organoleptik

Respon organoleptik yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah uji mutu hedonik yang menyatakan kesan baik atau buruk terhadap respon produk yang diuji dengan skala mutu hedonik yang di transformasikan ke skala numerik. Panelis atau pengujian yang digunakan untuk menguji karakteristik bakso terdiri dari 30 panelis yang terdiri dari atribut warna, aroma, rasa dan tekstur.

Tabel 5. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Mutu Hedonik
Atribut Warna Abu Kecoklatan

Skala Mutu Hedonik	Skala Numerik
Sangat Abu Kecoklatan	6
Abu Kecoklatan	5
Agak Abu kecoklatan	4
Agak Tidak Abu Kecoklatan	3
Tidak Abu Kecoklatan	2
Sangat Tidak Abu kecoklatan	1

Tabel 6. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Mutu Hedonik
Atribut Aroma Khas Daging

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

Tabel 7. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Mutu Hedonik
Atribut Rasa Gurih dan Umami

Skala Mutu Hedonik	Skala Numerik
Sangat Gurih dan Umami	6
Gurih dan Umami	5
Agak Gurih dan Umami	4
Agak Tidak Gurih dan Umami	3
Tidak Gurih dan Umami	2
Sangat Tidak Gurih dan Umami	1

Tabel 8. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Mutu Hedonik
Atribut Tekstur Kenyal

Skala Mutu Hedonik	Skala Numerik
Sangat Kenyal	6
Kenyal	5
Agak Kuat	4
Agak Tidak Kenyal	3
Tidak Kenyal	2
Sangat Tidak Kenyal	1

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Tahap I Pembuatan Produk

1. Pengupasan

Jantung pisang kepok dikupas kulit luarnya hingga dirasa bersih.

2. *Size Reduction*

Jantung pisang dilakukan pengecilan ukuran menggunakan pisau untuk memudahkan proses selanjutnya.

3. Pencucian

Pencucian menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan getah yang menempel pada bahan.

4. Perebusan

Jantung pisang direbus dengan menggunakan air bersih pada suhu 100°C selama 40 menit di atas kompor dengan tujuan untuk meminimalisir getah dari jantung pisang.

5. Penirisan

Jantung pisang yang sudah direbus kemudian dilakukan penirisan untuk mengurangi air sisa perebusan.

6. Penghancuran

Jantung pisang dihancurkan dengan menggunakan blender. penghancuran ini dilakukan hingga jantung pisang telah berubah menjadi lembut dan hancur seperti lumatan.

3.3.2 Tahap II Pembuatan Produk

1. Pencampuran

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat bakso analog ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan untuk mencapai produk yang diharapkan.

2. Pengulenan

Adonan yang membentuk gumpalan kemudian diuleni menggunakan tangan hingga adonan padat.

3. Pencetakan

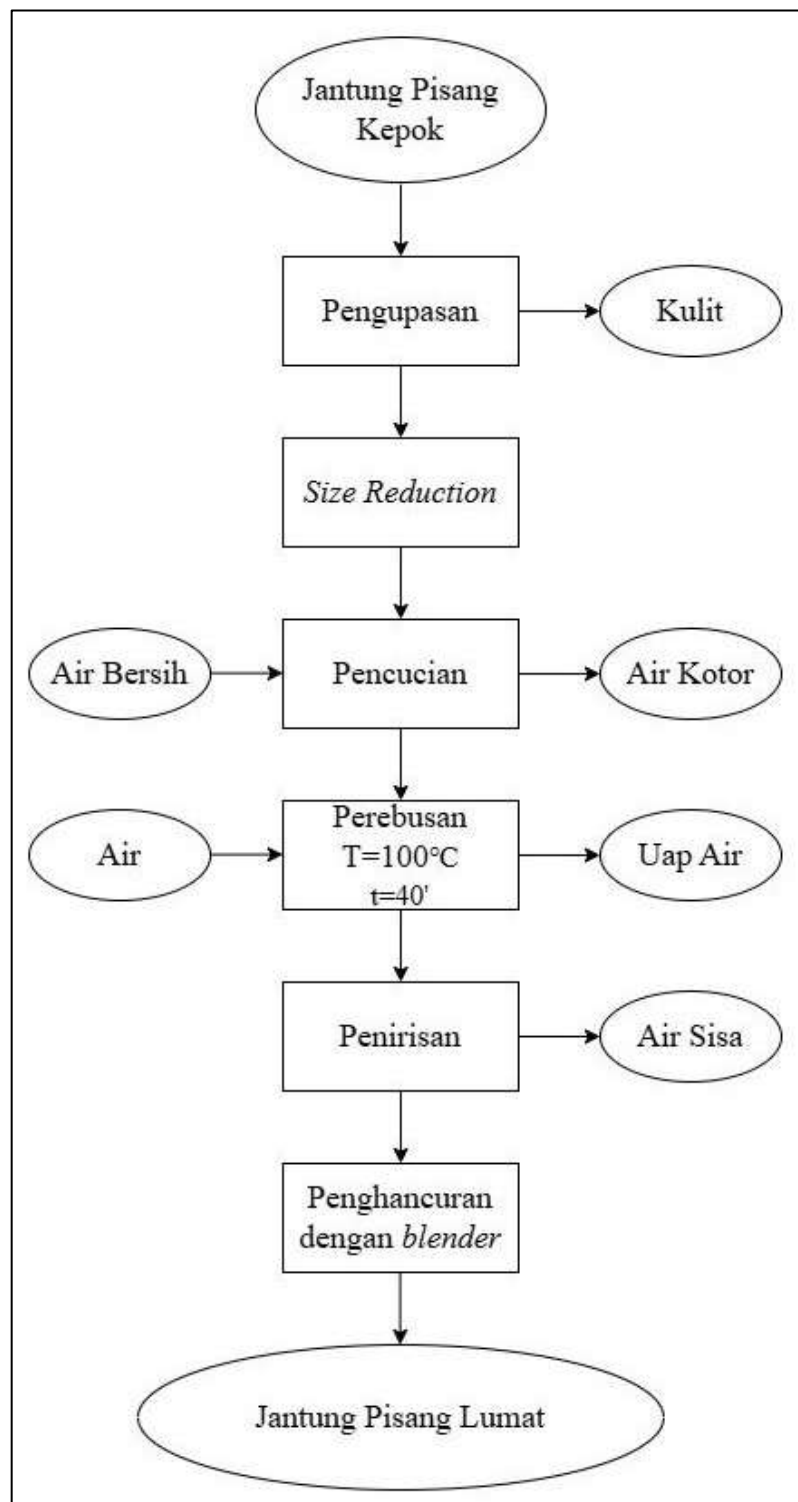
Adonan dibentuk bulat dengan menggunakan tangan.

4. Perebusan

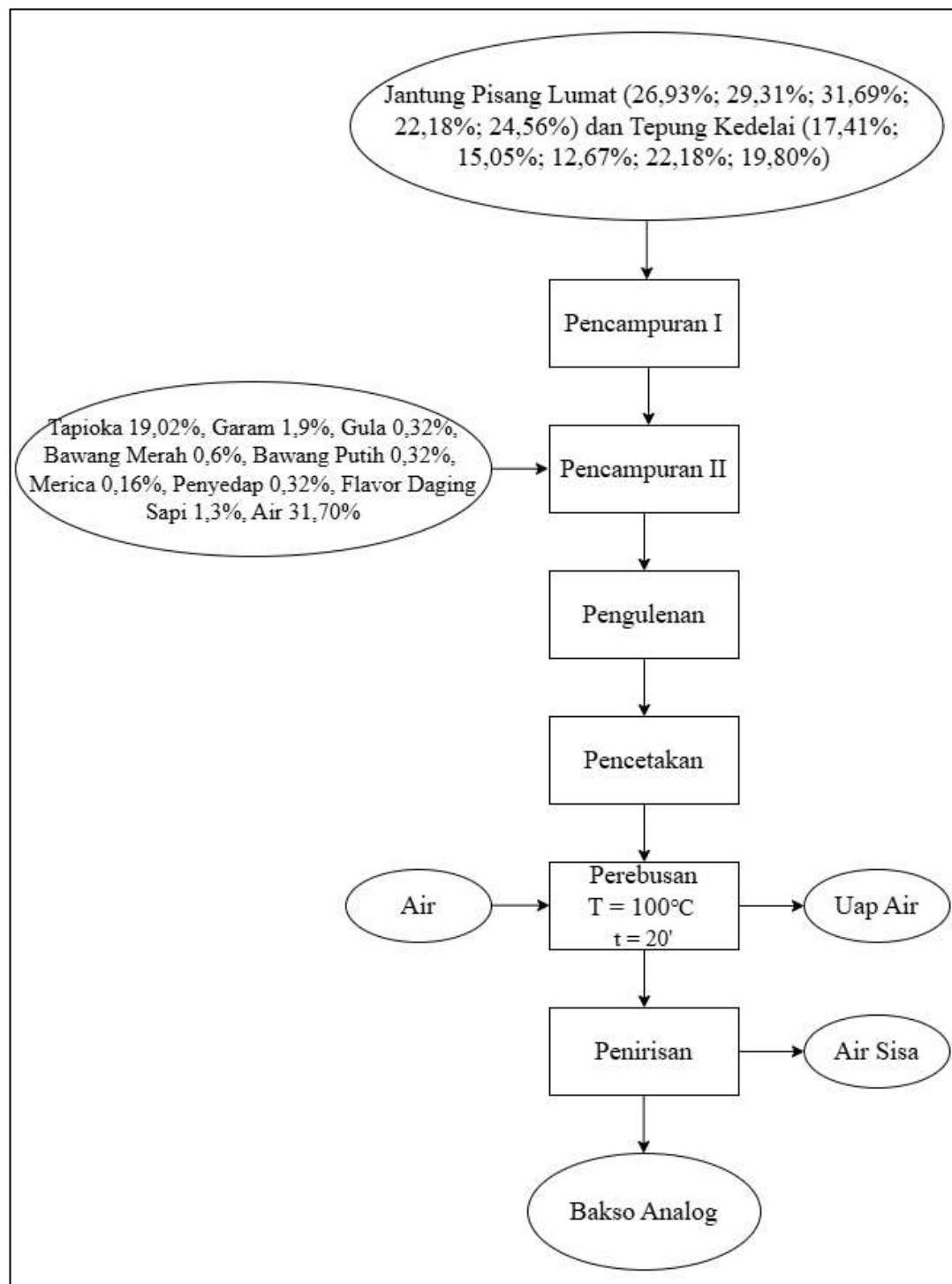
Perebusan adonan yang telah berbentuk bulat pada suhu 100°C selama 20 menit hingga adonan matang sempurna.

5. Penirisan

Adonan bakso analog yang telah matang diangkat dan ditiriskan hingga suhu ruang, untuk menurunkan suhu bakso dan mengurangi air sisa perebusan.



Gambar 6. Diagram Alir Tahap I Pembuatan Jantung Pisang Lumat



Gambar 7. Diagram Alir Tahap II Pembuatan Bakso Analog

3.3.3 Prosedur Optimasi Formulasi Bakso Analog Jantung Pisang dan Tepung Kedelai

1. Perancangan

Pada tahap ini dilakukan pemilihan beserta batas atas dan batas bawah, juga respon yang digunakan dalam penelitian. Kemudian dilakukan pula perancangan formula sehingga didapatkan beberapa formula.

2. Analisis

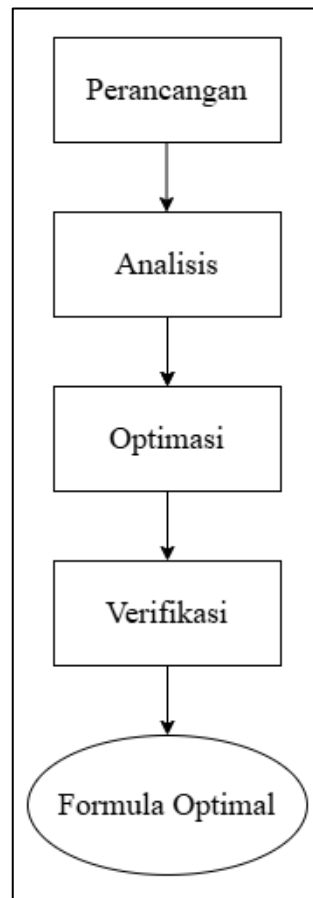
Dilakukan pembuatan produk dan analisis sampel terhadap respon-respon yang telah ditetapkan

3. Optimasi.

Dilakukan penentuan kriteria respon berupa *goals* dan *importance* juga penentuan formula terpilih berdasarkan nilai “*desirability*”.

4. Verifikasi

Dilakukan pembuatan formula terpilih dan kemudian formula tersebut diuji Kembali terhadap respon-respon yang telah ditentukan. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan nilai yang diberikan oleh *Design Expert*.



Gambar 8. Prosedur Optimasi Formulasi Bakso Analog Jantung Pisang dan Tepung Kedelai

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai: (4.1) Hasil Penelitian Tahap I, (4.2) Hasil Penelitian Tahap II, (4.3) Hasil Penelitian Tahap III: Optimasi, (4.4) Hasil Penelitian Tahap IV: Verifikasi.

4.1 Hasil Penelitian Tahap I

Penelitian tahap I bertujuan untuk menentukan variabel, respon dan formula menggunakan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* pada produk bakso analog berbahan dasar jantung pisang dan tepung kedelai. Pada tahap ini, ditentukan batas atas dan batas bawah pada variabel berubah, yaitu:

Tabel 9. Batas Atas dan Batas Bawah Variabel Berubah

Variabel Berubah	Batas Bawah (%)	Batas Atas (%)
Jantung Pisang	22,18	31,69
Tepung Kedelai	12,67	22,18

Selanjutnya didapatkan 13 formula yang dihasilkan oleh *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Rancangan Formulasi Bakso Analog Berbahan Dasar Jantung Pisang dan Tepung Kedelai

Formula ke	Jantung Pisang		Tepung Kedelai		Total	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
1.	22,18	70	22,18	70	44,36	315,15
2.	31,69	100	12,67	40	44,36	315,15
3.	26,93	85	17,43	55	44,36	315,15
4.	29,31	93	15,05	47	44,36	315,15
5.	22,18	70	22,18	70	44,36	315,15
6.	26,93	85	17,43	55	44,36	315,15
7.	31,69	100	12,67	40	44,36	315,15
8.	22,18	70	22,18	70	44,36	315,15
9.	31,69	100	12,67	40	44,36	315,15
10.	31,69	100	12,67	40	44,36	315,15
11.	24,56	78	19,80	62	44,36	315,15
12.	22,18	70	22,18	70	44,36	315,15
13.	26,93	85	17,43	55	44,36	315,15

Software Design Expert Mixture D-Optimal menghasilkan 13 rancangan formula. Dari 13 formula, terdapat tiga replikasi pada dua formula dan dua replikasi pada satu formula. Replikasi bertujuan untuk mengestimasi *pure error*, sehingga tingkat presisi yang dihasilkan lebih akurat.

4.2 Hasil Penelitian Tahap II

Pada penelitian tahap II dilakukan pembuatan produk berdasarkan 13 rancangan formula yang diberikan oleh *software Design Expert*, kemudian masing-masing formula dilakukan analisis terhadap respon kimia dan respon organoleptik. Data hasil analisis kemudian dimasukkan kedalam *Design Expert*.

4.2.1 Hasil Analisis Respon Kimia

4.2.1.1 Kadar Serat Kasar

Kadar serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat yang terdiri dari lignin, selulosa dan hemiselulosa. Pentingnya serat dalam produk dapat meliputi pelancaran pencernaan hingga menurunkan kadar kolestrol. Pada penelitian ini dilakukan analisis kadar serat kasar dengan metode gravimetri. Kadar serta kasar pada bakso analog erat kaitannya dengan penambahan jantung pisang yang secara

alami mengandung serat. Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis kadar serat yang dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil Analisis Kadar Serat Kasar

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Kadar Serat (%)
1.	22,18	22,18	2,02
2.	31,69	12,67	2,95
3.	26,93	17,43	2,14
4.	29,31	15,05	2,51
5.	22,18	22,18	1,2
6.	26,93	17,43	1,25
7.	31,69	12,67	2,61
8.	22,18	22,18	1,09
9.	31,69	12,67	2,69
10.	31,69	12,67	2,62
11.	24,56	19,80	2,16
12.	22,18	22,18	1,19
13.	26,93	17,43	1,48

Berdasarkan hasil analisis kadar serat didapatkan bahwa sampel formulasi ke- 2 memiliki nilai kadar serat tertinggi sebesar 2,95%. Sampel formulasi ke- 8 memiliki nilai kadar serat terendah sebesar 1,09% dari 13 formulasi. Diperoleh rata-rata analisis sebesar 1.99%.

Belum ditemukan dalam SNI yang secara khusus mensyaratkan kadar serat kasar untuk produk sejenis, sehingga sebagai pembanding digunakan hasil penelitian Vinola et al., (2021) dengan kadar serat kasar tertinggi sebesar 3,39% pada pembuatan bakso analog ikan jelawat dengan penambahan jantung pisang. Selain itu, digunakan juga hasil penelitian Mustika et al., (2018) dengan kadar serat kasar sebesar 2,2% pada produk sosis analog berbahan jantung pisang dan tempe. Sehingga kandungan kadar serat kasar pada produk ini sudah dapat dikatakan cukup baik.

Tabel 12. ANOVA Analisis Kadar Serat Kasar

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	3,62	1	3,62	22,35	0,0006	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	3,62	1	3,62	22,35	0,0006	
Residual	1,78	11	0,1618			
Lack of Fit	0,7151	3	0,2384	1,79	0,2267	not significant
Pure Error	1,06	8	0,1331			
Cor Total	5,40	12				

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, kadar serat pada tabel menunjukkan bahwa formula berpengaruh nyata terhadap nilai kadar serat yang diuji. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu *linear*. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 22,35 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 yaitu 0,0006, sehingga model dinyatakan *significant*. Nilai *lack of fit* tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,2267.

Tabel 13. *Fit Statistics* Analisis Kadar Serat Kasar

	Std. Dev.	0,4023		R²	0,6702
	Mean	1,99		Adjusted R²	0,6402
	C.V. %	20,18		Predicted R²	0,5637
				Adeq Precision	8,2691

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 0,4023 dengan nilai R^2 sebesar 0,6702, sehingga dapat diketahui bahwa model sudah sesuai dengan ketentuan. Ditandai dengan selisih antara *adjusted R²* (0,6402) dan *predicted R²* (0,5637) yang kurang dari 0,2. Selanjutnya nilai *adequate precision* (8,2691) juga sudah memenuhi ketentuan, yang ditandai dengan nilai di atas ambang batas 4.

Model polinomial yang digunakan adalah model *linear*. Persamaan model matematika untuk respon nilai kadar serat kasar terdapat dalam persamaan berikut:

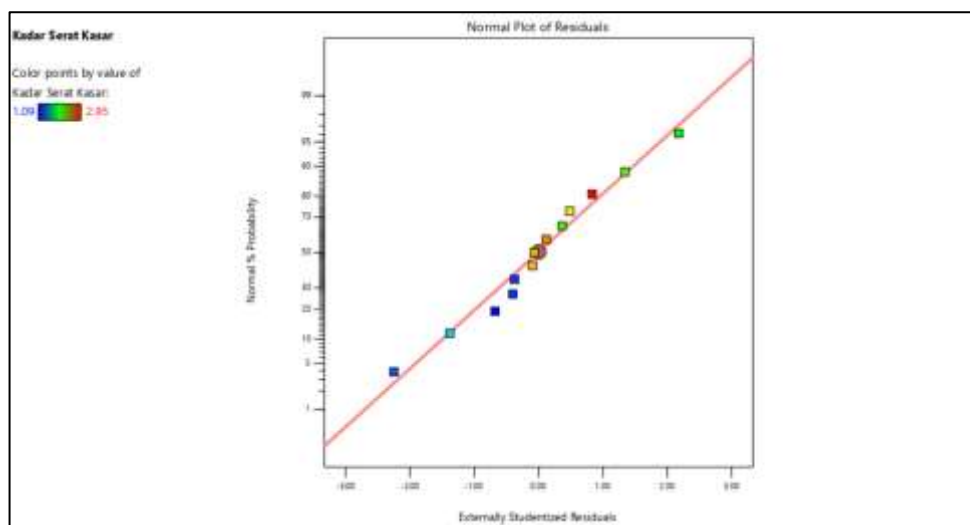
$$Y = A (2,65) + B (1,34)$$

Keterangan :

A = Jantung Pisang

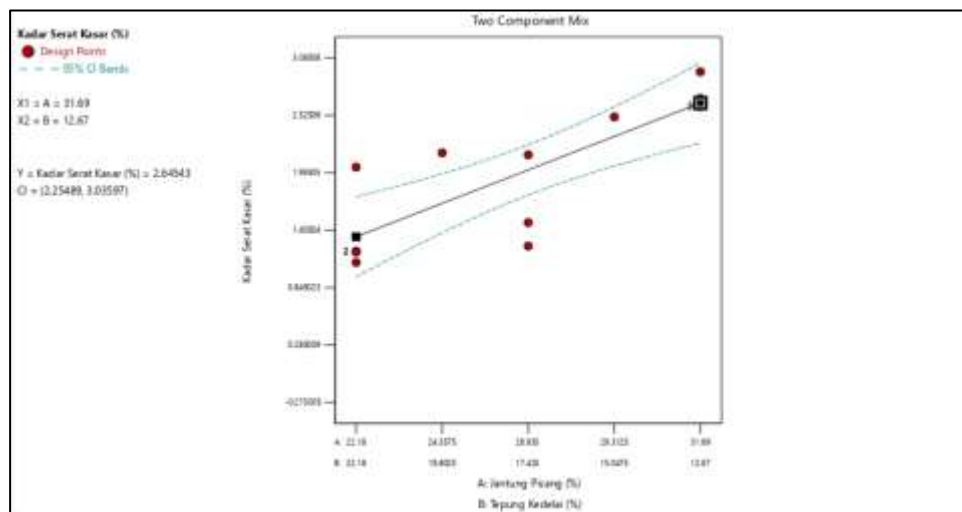
B = Tepung Kedelai

Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa seluruh komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap kadar serat kasar, ditandai dengan koefisien bernilai positif. Dapat diketahui bahwa komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar serat kasar adalah koefisien A (Jantung Pisang). Hal ini ditandai dengan koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi yaitu sebesar 2,65% apabila dibandingkan dengan koefisien B sebesar 1,34.



Gambar 9. Grafik *Normal Plot Externally Studentized* Respon Kadar Serat Kasar

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar serat kasar ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon kadar serat kasar menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 10. Grafik *Plot Two Component Mix* Kadar Serat Kasar

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon kadar serat kasar. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon kadar serat kasar sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 2,64543%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 2,25489 – 3,03597. Selanjutnya, titik merah menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana 9 titik merah berada dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, dapat dilihat pada grafik bahwa komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi tertinggi pada sebelah kanan, di mana semakin meningkat proporsi penambahan komponen A (Jantung pisang) pada formulasi memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar serat kasar pada produk. Begitupun sebaliknya, semakin menurun proporsi penambahan komponen A, maka terdapat penurunan kadar serat pada produk.

Hal ini sesuai dengan penelitian Wibowo (2013), bahwa penambahan jantung pisang pada pembuatan bakso dapat meningkatkan kandungan serat kasar pada bakso dengan nilai tertinggi sebesar 2,13%. Sejalan dengan pendapat Hutalagung (2018) dalam penelitiannya, semakin tinggi penambahan jantung pisang dalam pembuatan bakso ikan lele maka kadar serat yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hasil ini konsisten dengan data aktual di mana formulasi penambahan jantung pisang tinggi (F2, F7, F9 dan F10) menyebabkan meningkatnya kadar serat kasar.

Jantung pisang kepok dilaporkan mengandung serat total 70% berat kering dalam 100 gramnya (Wattimena et al., 2017). Nilai serat kasar sendiri dapat dipengaruhi oleh suhu tinggi, di mana semakin tinggi temperatur yang digunakan maka dapat menyebabkan menurunnya kadar serat kasar suatu bahan. Hal tersebut terjadi karena adanya degradasi dari pektin atau komponen serat lainnya seperti selulosa atau hemiselulosa selama proses pemanasan (Tria Agustin et al., 2020). Menurut Muchtadi (2001), komponen seperti pektin dan hemiselulosa dari bahan dapat larut dalam air hangat atau panas. Hal tersebut dapat menyebabkan kadar serat kasar yang diperoleh cenderung rendah. Kadar serat kasar tertinggi diperoleh pada formulasi 2 dengan komposisi jantung pisang sebesar 31,69% dan tepung kacang kedelai 12,67% sebesar 2,95%. Sedangkan kadar serat kasar terendah diperoleh ada formulasi 8 dengan komposisi jantung pisang 22,18% dan tepung kedelai 22,18% sebesar 1,09%.

4.2.1.2 Kadar Protein

Protein merupakan salah satu komponen gizi utama yang berperan dalam pembentukan jaringan tubuh bahkan sistem imun. Analisis kadar protein pada produk ini perlu dilakukan untuk menentukan mutu dan nilai gizi dari produk bakso analog. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode Kjeldahl. Kadar Protein pada bakso analog erat kaitanya dengan penambahan tepung kedelai yang secara alami mengandung protein. Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis kadar protein yang dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Protein

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Kadar Protein (%)
1.	22,18	22,18	11,88
2.	31,69	12,67	8,88
3.	26,93	17,43	10,19
4.	29,31	15,05	11,31
5.	22,18	22,18	11,89
6.	26,93	17,43	8,45
7.	31,69	12,67	8,06
8.	22,18	22,18	12,19
9.	31,69	12,67	8,06
10.	31,69	12,67	9,63
11.	24,56	19,80	9,63
12.	22,18	22,18	11,09
13.	26,93	17,43	10,56

Berdasarkan hasil analisis kadar protein didapatkan bahwa sampel formulasi ke-8 memiliki nilai kadar protein tertinggi sebesar 12,19%, sedangkan sampel formulasi ke-7 dan 9 memiliki nilai kadar protein terendah sebesar 8,06% dari 13 formulasi dengan rata-rata sebesar 10,14%.

Merujuk pada syarat umum bakso kombinasi SNI 3818:2014, kadar protein minimum yang dipersyaratkan adalah 8%. Seluruh formula pada penelitian ini menghasilkan kadar protein di atas batas minimum tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung kedelai sebagai sumber protein nabati mampu meningkatkan mutu gizi produk secara signifikan.

Tabel 15. ANOVA Hasil Analisis Kadar Protein

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	20,90	3	6,97	11,48	0,0020	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	15,78	1	15,78	26,00	0,0006	
AB	02047	1	0,2047	0,3374	0,5756	
AB(A-B)	4,92	1	4,92	8,10	0,0192	
Residual	5,46	9	0,6068			
Lack of Fit	0,5484	1	0,5484	0,8929	0,3723	not significant
Pure Error	4,91	8	0,6142			
Cor Total	26,36	12				

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, kadar protein pada tabel menunjukkan bahwa formula berpengaruh nyata terhadap nilai kadar protein yang diuji. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu *cubic*. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 11,48 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 yaitu 0,0020, sehingga model dinyatakan *significant*. Nilai *lack of fit* tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,3723.

Tabel 16. *Fit Statistics* Analisis Kadar Protein

	Std. Dev.	0,7790		R²	0,7928
	Mean	10,14		Adjusted R²	0,7237
	C.V. %	7,68		Predicted R²	0,5462
				Adeq Precision	7,1856

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 0,7790 dengan nilai *R²* sebesar 0,7928, sehingga dapat diketahui bahwa model sudah sesuai dengan ketentuan. Ditandai dengan selisih antara *adjusted R²* (0,7237) dan *predicted R²* (0,5462) yang kurang dari 0,2. Selanjutnya nilai *adequate precision* (7,1856) juga sudah memenuhi ketentuan, yang ditandai dengan nilai di atas ambang batas 4.

Model polinomial yang digunakan adalah model *cubic*. Persamaan model matematika untuk respon nilai kadar protein terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y = A (8,69) + B (11,79) + AB (-1,13) + AB (A-B) (17,24)$$

Keterangan :

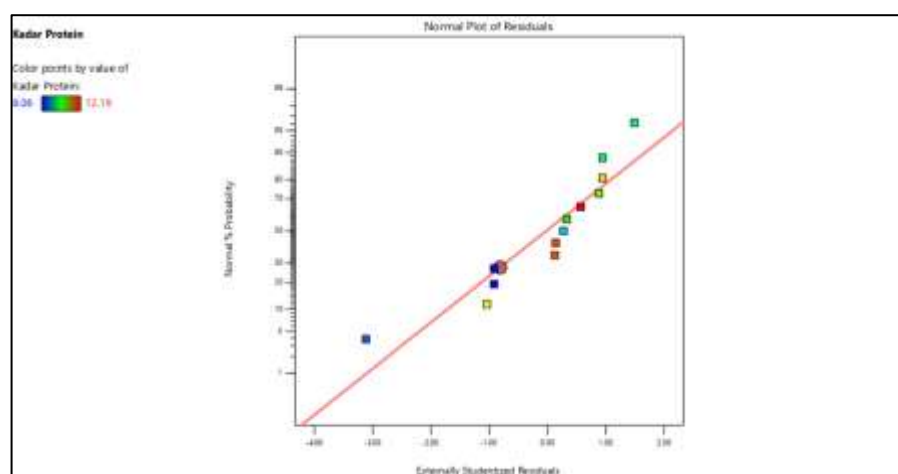
A = Jantung Pisang

B = Tepung Kedelai

AB = Jantung Pisang, Tepung Kedelai

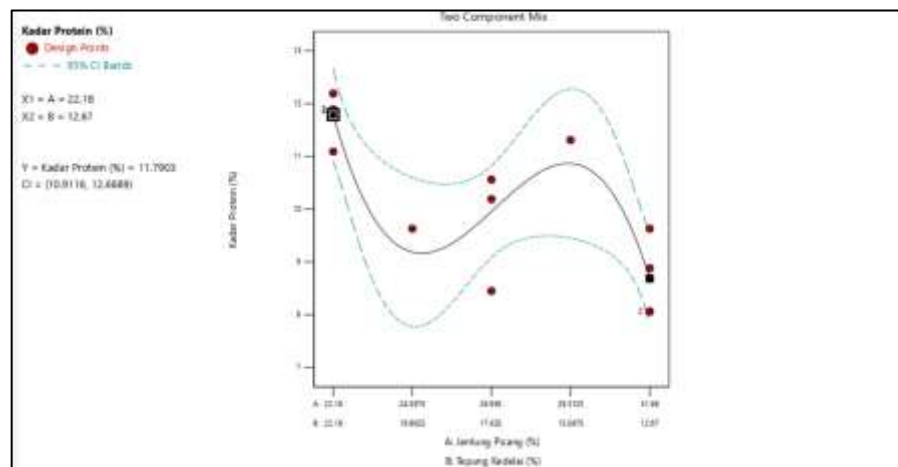
AB (A-B) = Jantung Pisang-Tepung Kedelai

Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa seluruh komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap kadar protein, ditandai dengan koefisien bernilai positif. Dapat diketahui bahwa komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar protein adalah koefisien B (Tepung Kedelai). Hal ini ditandai dengan koefisien B memiliki nilai yang paling tinggi yaitu sebesar 11,79 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen jantung pisang sebesar 8,69. Namun, interaksi kedua bahan menyebabkan adanya penurunan kadar protein yang ditandai dengan koefisien (AB) yang bernilai negatif sebesar -1,13. Selain itu, adanya suku AB(A-B) dengan koefisien yang bernilai positif sebesar 17,24 menunjukkan bahwa besarnya efek tersebut berbeda tergantung bahan mana yang lebih dominan dalam formula. Di mana formula dengan penambahan tepung kedelai lebih tinggi cenderung memiliki penurunan kadar protein akibat interaksi kedua bahan baku yang lebih terasa dibandingkan dengan formula dengan penambahan jantung pisang yang lebih tinggi.



Gambar 11. Grafik *Normal Plot Externally Studentized* Respon Kadar Protein

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar protein ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon kadar protein menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 12. Grafik *Plot Two Component Mix* Kadar Protein

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon kadar protein. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon kadar protein sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 11,7903%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 10,9116 – 12,6689. Selanjutnya, titik merah menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana 12 titik merah berada dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, dapat dilihat pada grafik bahwa komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak stabilitas tertinggi pada sebelah kiri, di mana semakin meningkat proporsi penambahan komponen B (Tepung Kedelai) pada formulasi memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar protein pada produk. Begitupun sebaliknya, semakin menurun proporsi penambahan komponen B, maka terdapat penurunan kadar protein produk.

Kadar protein dalam bakso analog dipengaruhi oleh konsentrasi tepung kedelai yang memiliki kadar protein sebesar 35,9% (Kemenkes RI, Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2019). penambahan tepung kedelai pada bakso menyebabkan kadar protein meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian Christian et al., (2025) yang menunjukkan bahwa kandungan protein dapat meningkat seiring dengan penambahan tepung kedelai pada bakso analog jamur *champignon* dan tepung kedelai, di mana pada penelitiannya menghasilkan kadar protein berkisar 10,37-20,17%.

Namun kadar protein pada penelitian ini lebih rendah, hal ini dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan, di mana pada jantung pisang hanya mengandung kadar protein sebesar 1,26% (Putro dan Rosita, 2006). Selain itu, perlu diketahui bahwa sifat dari protein sendiri mudah rusak jika dilakukan pemanasan pada suhu tinggi. Karena dengan adanya pemanasan, protein dapat mengalami denaturasi, artinya strukturnya berubah, dan memudahkan enzim untuk menghidrolisis dan memecahnya menjadi asam-asam amino (Farhana, 2013). Hal-hal tersebut dapat menjadikan faktor rendahnya hasil analisis pada kadar protein.

Kadar protein tertinggi diperoleh pada formulasi 8 dengan komposisi jantung pisang 22,18% dan tepung kedelai 22,18% sebesar 12,19%. Sedangkan kadar serat kasar terendah diperoleh ada formulasi 8 dengan komposisi jantung pisang 31,69% dan tepung kedelai 12,67% sebesar 8,06%.

4.2.1.3 Kadar Lemak

Kadar lemak merupakan salah satu parameter mutu gizi yang menggambarkan kandungan lipid pada suatu produk pangan dan turut berkontribusi terhadap tekstur hingga nilai energi produk. Pada penelitian ini dilakukan analisis kadar lemak metode Soxhlet. Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis kadar lemak yang dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Hasil Analisis Kadar Lemak

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Kadar Lemak (%)
1.	22,18	22,18	3,45
2.	31,69	12,67	2,52
3.	26,93	17,43	2,46
4.	29,31	15,05	2,87
5.	22,18	22,18	3,23
6.	26,93	17,43	2,62
7.	31,69	12,67	2,42
8.	22,18	22,18	3,18
9.	31,69	12,67	2,32
10.	31,69	12,67	2,47
11.	24,56	19,80	3,35
12.	22,18	22,18	3,91
13.	26,93	17,43	3,09

Berdasarkan hasil analisis kadar lemak didapatkan bahwa sampel formulasi ke- 12 memiliki nilai kadar lemak tertinggi sebesar 3,91%, sedangkan sampel formulasi ke- 9 memiliki nilai kadar lemak terendah sebesar 2,32% dari 13 formulasi dengan rata-rata sebesar 2,91%.

Merujuk pada syarat umum bakso kombinasi SNI 3818:2014, kadar lemak maksimum yang dipersyaratkan adalah 11%. Seluruh formulasi pada penelitian ini menghasilkan kadar lemak di bawah batas maksimum standar SNI. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi antara jantung pisang dan tepung kacang kedelai dapat meningkatkan nilai mutu gizi produk akhir karena menghasilkan produk yang rendah lemak.

Tabel 18. ANOVA Analisis Kadar Lemak

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	2,16	1	2,16	31,21	0,0002	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	2,16	1	2,16	31,21	0,0002	
Residual	0,7596	11	0,0691			
Lack of Fit	0,1906	3	0,0635	0,8932	0,4853	not significant
Pure Error	0,5690	8	0,0711			
Cor Total	2,91	12				

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, kadar lemak pada tabel menunjukkan bahwa formula berpengaruh nyata terhadap nilai kadar lemak yang diuji. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu *linear*. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 31,21 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 yaitu 0,0002, sehingga model dinyatakan *significant*. Nilai *lack of fit* tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,4853.

Tabel 19. *Fit Statistics* Analisis Kadar Lemak

	Std. Dev.	0,2628		R²	0,7294
	Mean	2,91		Adjusted R²	0,7157
	C.V. %	9,02		Predicted R²	0,6468
				Adeq Precision	9,7704

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 0,2628 dengan nilai R^2 sebesar 0,7394 sehingga dapat diketahui bahwa model sudah sesuai dengan ketentuan. Ditandai dengan selisih antara *adjusted R^2* (0,7157) dan *predicted R^2* (0,6468) yang kurang dari 0,2. Selanjutnya nilai *adeq precision* (9,7704) juga sudah memenuhi ketentuan, yang ditandai dengan nilai di atas ambang batas 4.

Model polinomial yang digunakan adalah model *linear*. Persamaan model matematika untuk respon nilai kadar lemak terdapat dalam persamaan berikut:

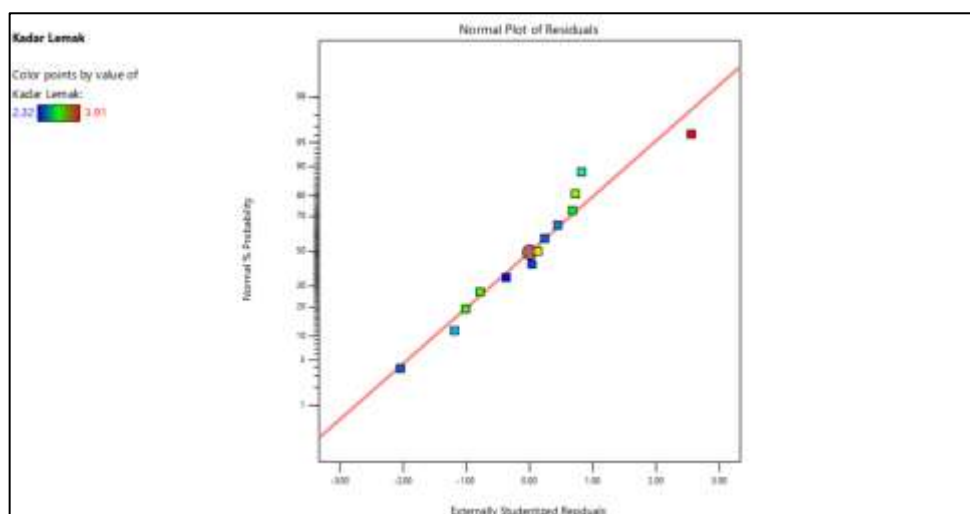
$$Y = A (2,41) + B (3,42)$$

Keterangan :

A = Jantung Pisang

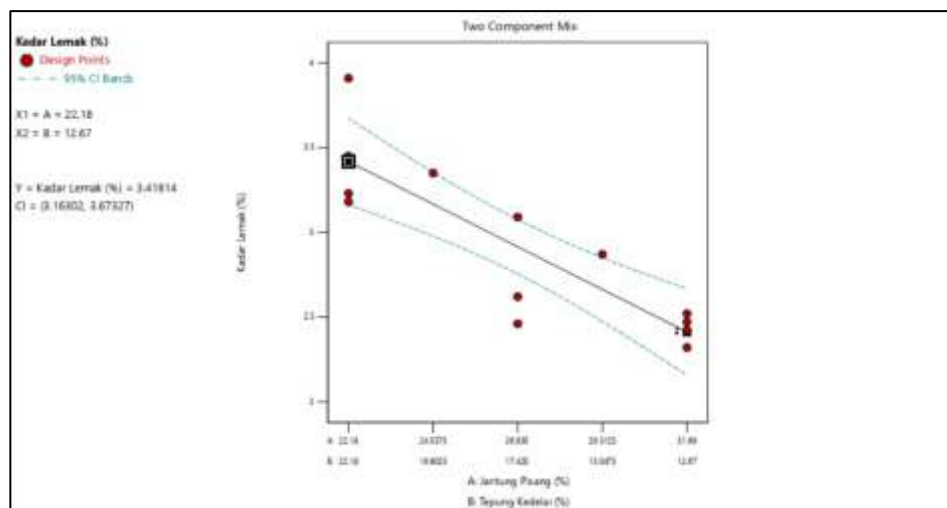
B = Tepung Kedelai

Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa seluruh komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap kadar lemak, ditandai dengan koefisien yang bernilai positif. Dapat diketahui komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar lemak adalah komponen koefisien B (Tepung Kedelai). Hal ini ditandai dengan nilai koefisien B paling tinggi yaitu sebesar 3,42 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen jantung pisang sebesar 2,41.



Gambar 13. Grafik *Normal Plot Externally Studentized* Respon Kadar Lemak

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar lemak ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon kadar lemak menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 14. Grafik *Plot Two Component Mix* Kadar Lemak

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon kadar lemak. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon kadar lemak sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 3,41814%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 3,16302 – 3,67327. Selanjutnya, titik merah menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana terdapat 7 titik merah berada dalam CI dan 3 titik merah berada pada garis CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, dapat dilihat pada grafik bahwa kombinasi tertinggi pada sebelah kiri, di mana semakin meningkat proporsi penambahan komponen B (Tepung Kedelai) pada formulasi akan memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar lemak pada produk. Begitupun sebaliknya, semakin menurun proporsi penambahan komponen B, maka terdapat penurunan kadar lemak pada produk.

Hal ini sejalan dengan penelitian Safiudin, A. (2020) bahwa semakin tinggi proporsi tepung kedelai yang digunakan pada produk bakso analog jamur tiram maka semakin tinggi kadar lemak yang dihasilkan. Hasil ini konsisten dengan data aktual di mana formulasi penambahan tepung kedelai tinggi (F1, F5, F8 dan F12)

menyebabkan meningkatnya kadar lemak. Kacang kedelai sendiri dilaporkan mengandung lemak sebesar 19,13% (Nurrahman, 2015). Sedangkan jantung pisang sendiri memiliki kadar lemak sebesar 0,3% (Sidup et al., 2022).

Mengingat kedelai yang secara alami memiliki kandungan lemak yang tinggi menyebabkan produk turunannya seperti tepung kedelai tetap membawa sebagian besar kandungan lemak tersebut. Sedangkan, jantung pisang justru merupakan bahan baku yang rendah lemak karena kandungan gizinya lebih didominasi oleh serat dan karbohidrat. Sehingga keduanya memberikan pengaruh terhadap kadar lemak produk akhir. Namun, dalam proses pembuatannya khususnya saat perebusan dapat menyebabkan penurunan kadar lemak pada produk, karena dapat disebabkan oleh tepung kedelai yang terdenaturasi oleh panas membentuk lapisan pada permukaan bahan sehingga menghalangi penetrasi lemak, karena penurunan kadar lemak juga dapat dipengaruhi oleh suhu pengolahan. Suhu pemanasan akan menyebabkan lemak menjadi cair dan viskositas lemak akan berkurang sehingga lemak mudah keluar dari matriks sel. Lemak sendiri mulai mencair pada kisaran suhu 30-35°C. Pada penelitian Saifuddin (2020) tentang bakso analog tepung kedelai dan jamur tiram diperoleh kadar lemak berkisar 3,34-5,37%. Pada penelitian ini menghasilkan kadar lemak yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan baku yaitu jantung pisang yang memiliki kadar lemak rendah sebesar 0,3%.

Kadar lemak tertinggi diperoleh pada formulasi 12 dengan komposisi tepung kedelai terbanyak 22,18% dan jantung pisang 22,18% sebesar 3,91%. Sedangkan kadar serat kasar terendah diperoleh pada formulasi 9 dengan komposisi tepung kedelai 12,67% dan jantung pisang 31,69% sebesar 2,32%.

4.2.1.4 Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya jumlah air yang terdapat pada bahan pangan. Menurut Agustin et al., (2022), kadar air dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur, kesegaran, rasa, bahkan keawetan bahan pangan karena kadar air merupakan karakteristik terpenting pada bahan makanan. Kadar air pada bakso analog erat kaitannya dengan penambahan jantung pisang yang secara alami

mengandung air. Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis kadar air yang dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 20. Hasil Analisis Kadar Air

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Kadar Air (%)
1.	22,18	22,18	44,19
2.	31,69	12,67	59,83
3.	26,93	17,43	55,07
4.	29,31	15,05	52,12
5.	22,18	22,18	42,71
6.	26,93	17,43	48,75
7.	31,69	12,67	50,64
8.	22,18	22,18	45,78
9.	31,69	12,67	57,01
10.	31,69	12,67	49,85
11.	24,56	19,80	48,11
12.	22,18	22,18	45,37
13.	26,93	17,43	48,69

Berdasarkan hasil analisis kadar air didapatkan bahwa sampel formulasi ke-2 memiliki nilai kadar air tertinggi sebesar 59,83%, sedangkan sampel formulasi ke-5 memiliki nilai kadar air terendah sebesar 42,71% dari 13 formulasi dengan rata-rata sebesar 49,86%.

Merujuk pada syarat umum bakso kombinasi SNI 3818:2014, kadar air maksimum yang dipersyaratkan adalah 70%. Seluruh formulasi pada penelitian ini menghasilkan kadar air di bawah batas maksimum tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi antara jantung pisang dan tepung kacang kedelai dapat mempengaruhi kadar air pada produk akhir.

Tabel 21. ANOVA Analisis Kadar Air

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	200,52	1	200,52	20,31	0,0009	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	200,52	1	200,52	20,31	0,0009	
Residual	108,60	11	9,87			
Lack of Fit	4,90	3	1,63	0,1261	0,9420	not significant
Pure Error	103,70	8	12,96			
Cor Total	309,12	12				

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, kadar air pada tabel menunjukkan bahwa formula berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air yang diuji. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu *linear*. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 20,31 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 yaitu 0,0009, sehingga model dinyatakan *significant*. Nilai *lack of fit* tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,9420.

Tabel 22. *Fit Statistics* Analisis Kadar Air

	Std. Dev.	3,14		R²	0,6487
	Mean	49,86		Adjusted R²	0,6167
	C.V. %	6,30		Predicted R²	0,4943
				Adeq Precision	7,8821

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 3,14 dengan nilai R^2 sebesar 0,6487 sehingga dapat diketahui bahwa model sudah sesuai dengan ketentuan. Ditandai dengan selisih antara *adjusted R²* (0,6167) dan *predicted R²* (0,4943) yang kurang dari 0,2. Selanjutnya nilai *adeq precision* (7,8821) juga sudah memenuhi ketentuan, yang ditandai dengan nilai di atas ambang batas 4.

Model polinomial yang digunakan adalah model *linear*. Persamaan model matematika untuk respon nilai kadar serat air terdapat dalam persamaan berikut:

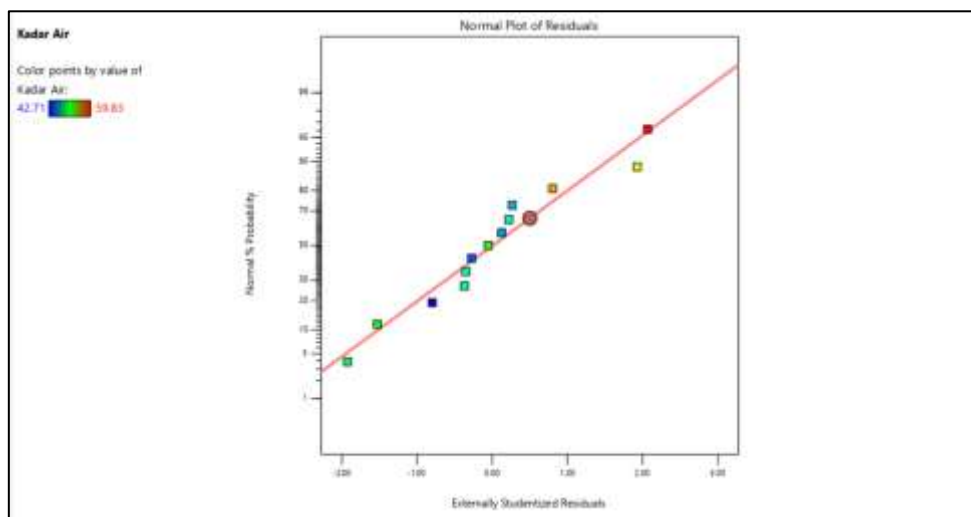
$$Y = A (54,71) + B (45,00)$$

Keterangan:

A = Jantung Pisang

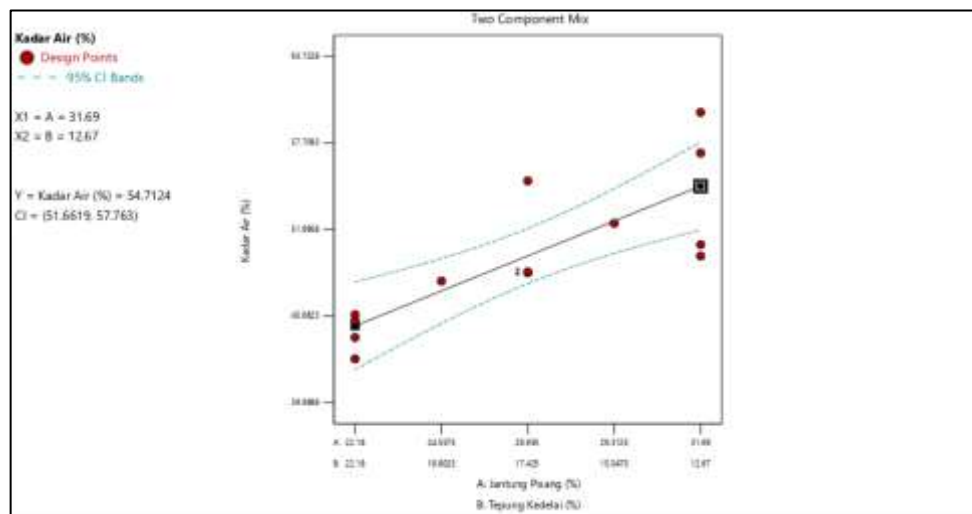
B = Tepung Kedelai

Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa seluruh komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap kadar air, ditandai dengan koefisien yang bernilai positif. Dapat diketahui komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar air adalah komponen koefisien A (Jantung Pisang). Hal ini ditandai dengan nilai koefisien A paling tinggi yaitu sebesar 54,71 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen tepung kedelai sebesar 45,00.



Gambar 15. Grafik *Normal Plot Externally Studentized* Respon Kadar Air

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar air ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon kadar air menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 16. Grafik *Plot Two Component Mix* Kadar Air

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon kadar air. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon kadar air sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 54,7124%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 51,6619 – 57,763. Selanjutnya, titik merah menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana terdapat 9 titik merah berada dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, dapat dilihat pada grafik bahwa kombinasi tertinggi pada sebelah kanan, di mana semakin banyak penggunaan komponen koefisien A (Jantung pisang) pada formulasi, maka semakin tinggi kadar air. Begitupun sebaliknya, semakin sedikit penggunaan jantung pisang pada formulasi, maka semakin rendah kadar air.

Hal ini sejalan dengan penelitian Pradana (2012), bahwa semakin banyak jantung pisang yang digunakan pada produk sosis analog maka semakin tinggi kadar serat yang terkandung maka semakin tinggi pula kadar air yang dihasilkan. Di mana serat ini nantinya akan mengikat air yang dapat meningkatkan kandungan air pada bakso analog. Simanullang et al., (2021) melaporkan bahwa terdapat sekitar 82,65% kandungan air pada jantung pisang kepok sehingga semakin banyak jantung pisang yang digunakan maka kadar air pada produk juga akan semakin tinggi. Kadar air yang tinggi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung seperti lama perebusan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Muhammad et al., (2022)

dalam penelitiannya tentang pembuatan daging tiruan dari jantung pisang bahwa semakin lama waktu perebusan, maka akan semakin tinggi kandungan air yang terdapat dalam produk akhir, karena lamanya waktu perebusan akan mengakibatkan produk lebih banyak menyerap air sehingga kandungan air akan bertambah. Hasil ini konsisten dengan data aktual di mana formulasi penambahan jantung pisang tinggi (F2, F3, F4 dan F9) menyebabkan meningkatnya kadar air.

Kadar air tertinggi diperoleh pada formulasi 2 dengan komposisi jantung pisang 31,69% dan tepung kedelai 12,67% sebesar 59,83%. sedangkan kadar air terendah diperoleh ada formulasi 5 dengan komposisi jantung pisang 22,18% dan tepung kedelai 22,18% sebesar 42,71%. Pola ini sejalan dengan pola respon kadar serat kasar, di mana semakin banyak proposi jantung pisang yang ditambahkan maka semakin banyak kadar air pada produk.

4.2.1.5 Kadar Abu

Kadar abu yang terkandung dalam suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terdapat dalam suatu bahan pangan. Smith et al., (2023) mengatakan bahwa kadar abu merupakan hasil yang tersisa atau tertinggal dari sampel bahan pangan yang dibakar sempurna pada proses pengabuan. Kadar abu menunjukkan jumlah mineral yang tidak habis terbakar dan zat mengalami penguapan, sehingga kadar abu dapat menilai kualitas dari bahan yang digunakan dan proses pengolahan sebagai parameter penentu kandungan gizi dalam produk (Legowo et al., 2005). Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis kadar abu yang dapat dilihat pada tabel 23.

Tabel 23. Hasil Analisis Kadar Abu

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Kadar Abu (%)
1.	22,18	22,18	2,68
2.	31,69	12,67	0,99
3.	26,93	17,43	2,26
4.	29,31	15,05	1,39
5.	22,18	22,18	3,1
6.	26,93	17,43	2,49
7.	31,69	12,67	1,48
8.	22,18	22,18	3,02
9.	31,69	12,67	2,24
10.	31,69	12,67	2,22
11.	24,56	19,80	2,79
12.	22,18	22,18	3,04
13.	26,93	17,43	2,74

Berdasarkan hasil analisis kadar abu didapatkan bahwa sampel formulasi ke- 12 memiliki nilai kadar abu tertinggi sebesar 3,04%, sedangkan sampel formulasi ke- 2 memiliki nilai kadar abu terendah sebesar 0,99% dari 13 formulasi dengan rata-rata sebesar 2,34%.

Merujuk pada syarat umum bakso kombinasi SNI 3818:2014, kadar abu maksimum yang dipersyaratkan adalah 3%. Seluruh formulasi pada penelitian ini menghasilkan kadar abu yang tidak melampaui jauh dari batas maksimum tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai dapat mempengaruhi kadar abu pada produk akhir.

Tabel 24. ANOVA Analisis Kadar Abu

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	3,70	1	3,70	22,34	0,0006	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	3,70	1	3,70	22,34	0,0006	
Residual	1,82	11	0,1658			
Lack of Fit	0,4898	3	0,1633	0,9795	0,4492	not significant
Pure Error	1,33	8	0,1667			
Cor Total	5,53					

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, kadar abu pada tabel menunjukkan bahwa formula berpengaruh nyata terhadap nilai kadar abu yang diuji. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu *linear*. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 22,34 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 yaitu 0,0006, sehingga model dinyatakan *significant*. Nilai *lack of fit* tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,4492.

Tabel 25. *Fit Statistics* Analisis Kadar Abu

	Std. Dev.	0,4071		R²	0,6700
	Mean	2,34		Adjusted R²	0,6400
	C.V. %	17,39		Predicted R²	0,5248
				Adeq Precision	8,2659

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 0,4071 dengan nilai *R²* sebesar 0,6700 sehingga dapat diketahui bahwa model sudah sesuai dengan ketentuan. Ditandai dengan selisih antara *adjusted R²* (0,6400) dan *predicted R²* (0,5248) yang kurang dari 0,2. Selanjutnya nilai *adeq precision* (8,2659) juga sudah memenuhi ketentuan, yang ditandai dengan nilai di atas ambang batas 4.

Model polinomial yang digunakan adalah model *linear*. Persamaan model matematika untuk respon nilai kadar abu terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y = A (1,68) + B (3,00)$$

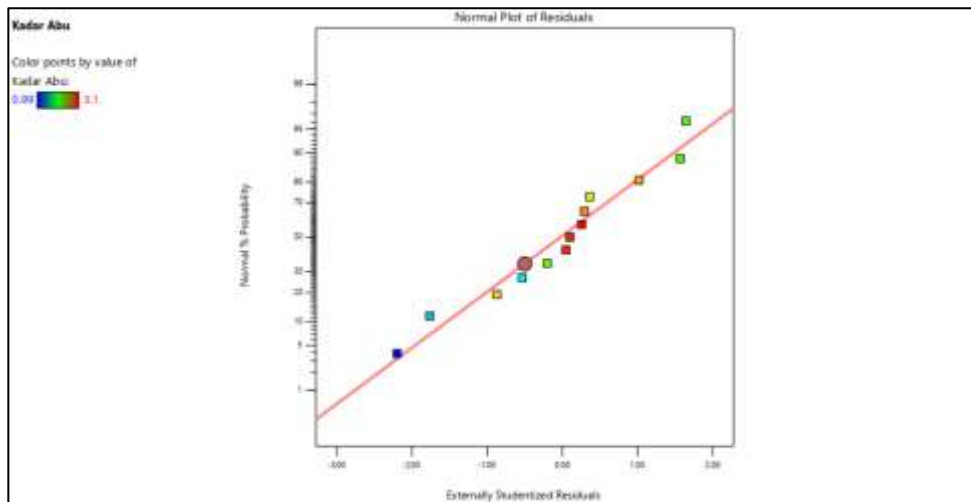
Keterangan :

A = Jantung Pisang

B = Tepung Kedelai

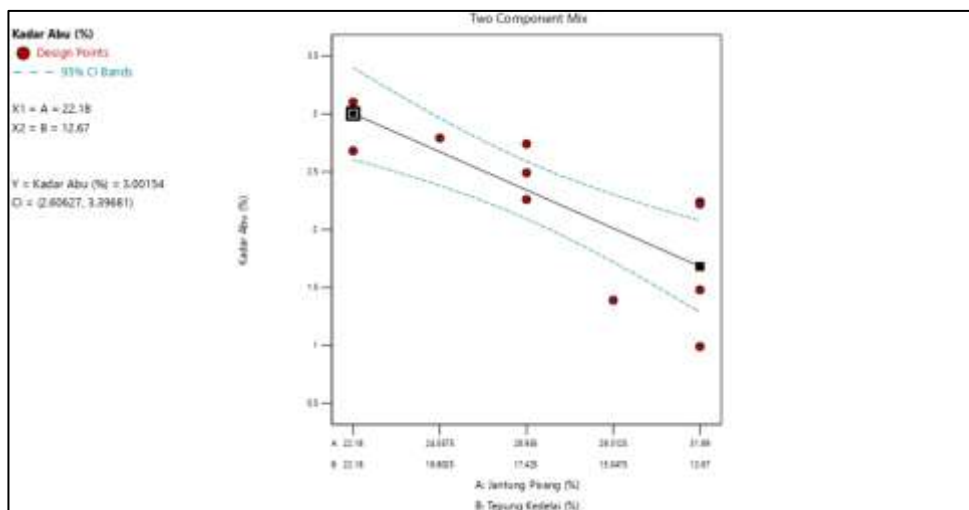
Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa seluruh komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap kadar abu, ditandai dengan koefisien yang bernilai positif. Dapat diketahui komponen yang paling besar

berkontribusi terhadap kadar abu adalah komponen koefisien B (Tepung Kedelai). Hal ini ditandai dengan nilai koefisien B paling tinggi yaitu sebesar 3,00 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen A sebesar 1,68.



Gambar 17. Grafik *Normal Plot Externally Studentized Respon Kadar Abu*

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar abu ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon kadar abu menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 18. Grafik *Plot Two Component Mix Kadar Abu*

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon kadar abu.

Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon kadar abu sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 3,00154%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 2,60627 – 3,39681. Selanjutnya, titik merah menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana terdapat 8 titik merah berada dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, dapat dilihat pada grafik bahwa kombinasi tertinggi pada sebelah kiri, di mana semakin meningkat proporsi penambahan komponen B (Tepung Kedelai) pada formulasi akan memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar abu pada produk. Begitupun sebaliknya, semakin menurun proporsi penambahan komponen B, maka terdapat penurunan kadar abu pada produk.

Hal ini sesuai dengan penelitian Sugeng (2004) yang mengatakan bahwa kadar abu akan mengalami peningkatan dengan adanya penambahan tepung tempe sebagai bahan adonan yang membuat kenaikan jumlah kadar abu pada produk. Sejalan dengan Genisa et al., (2015) yang menyebutkan bahwa sumber protein nabati yang baik banyak ditemukan pada kacang-kacangan yang juga sebagai sumber mineral sehingga menghasilkan kadar abu yang semakin tinggi. Kadar abu berkaitan dengan keberadaan mineral suatu bahan, semakin banyak mineral yang terkandung maka semakin meningkat kadar abu dalam bahan (Rachmat dan Setia, 2015). Sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua bahan berkontribusi positif terhadap kadar abu, namun tepung kedelai memberikan kontribusi yang lebih besar dibandingkan jantung pisang pada produk akhir.

Kadar abu tertinggi diperoleh pada formulasi 12 dengan komposisi jantung pisang 22,18 % dan tepung kedelai 22,18 % sebesar 3,04%. sedangkan kadar abu terendah diperoleh ada formulasi 2 dengan komposisi jantung pisang 31,69% dan tepung kedelai 12,67% sebesar 0,99%.

4.2.1.6 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat memiliki peranan penting dalam menentukan karakteristik produk seperti warna, aroma, rasa dan tekstur. Namun, karbohidrat juga turut berperan penting dalam kehidupan sehari-hari, terutama pati yang merupakan salah satu sumber pangan yang murah dan mudah didapatkan (Nidia, 2020). Kandungan karbohidrat diketahui bukan melalui analisis tetapi melalui perhitungan dengan

mengurangkan seratus persen dengan kadar air, kadar lemak, kadar protein dan kadar abu. Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis kadar air yang dapat dilihat pada tabel 26.

Tabel 26. Hasil Analisis Kadar Karbohidrat

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Kadar Karbohidrat (%)
1.	22,18	22,18	37,8
2.	31,69	12,67	27,78
3.	26,93	17,43	40,21
4.	29,31	15,05	32,22
5.	22,18	22,18	39,07
6.	26,93	17,43	37,69
7.	31,69	12,67	37,4
8.	22,18	22,18	35,83
9.	31,69	12,67	30,37
10.	31,69	12,67	35,83
11.	24,56	19,80	36,12
12.	22,18	22,18	36,59
13.	26,93	17,43	34,92

Berdasarkan hasil analisis kadar karbohidrat didapatkan bahwa sampel formulasi ke-3 memiliki nilai kadar karbohidrat tertinggi sebesar 40,21%, sedangkan sampel formulasi ke-2 memiliki nilai kadar karbohidrat terendah sebesar 27,78% dari 13 formulasi dengan rata-rata sebesar 35,53%.

Namun, belum ditemukan dalam SNI yang secara khusus mensyaratkan kadar karbohidrat untuk produk sejenis, sehingga sebagai pembanding digunakan hasil penelitian Mentari et al., (2016) dengan kadar karbohidrat yang diperoleh sebesar 21,63% pada pembuatan bakso analog berbahan kacang kedelai dan kacang merah.

Tabel 27. ANOVA Analisis Kadar Karbohidrat

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	46,40	1	46,40	5,05	0,0461	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	46,40	1	46,40	5,05	0,0461	
Residual	101,01	11	9,18			
Lack of Fit	19,53	3	6,51	0,6391	0,6108	not significant
Pure Error	81,49	8	10,19			
Cor Total	147,42	12				

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, kadar karbohidrat pada tabel menunjukkan bahwa formula berpengaruh nyata terhadap nilai kadar karbohidrat yang didapatkan. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu *linear*. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 5,05 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 yaitu 0,0461, sehingga model dinyatakan *significant*. Nilai *lack of fit* tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,6108.

Tabel 28. *Fit Statistics* Analisis Kadar Karbohidrat

	Std. Dev.	3,03		R²	0,3148
	Mean	35,53		Adjusted R²	0,2525
	C.V. %	8,53		Predicted R²	0,0207
				Adeq Precision	3,9314

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 3,03 dengan nilai R^2 sebesar 0,3148 sehingga dapat diketahui bahwa model belum sesuai dengan ketentuan. Ditandai dengan selisih antara *adjusted R²* (0,2525) dan *predicted R²* (0,0207) yang lebih dari 0,2 dan nilai *adeq precision* (3,9314) yang di bawah ambang batas 4, yang artinya sinyal dari perbedaan formula komponen A (Jantung Pisang) dan B (Tepung Kedelai) lemah. Meski secara statistik model ini signifikan, namun hasil *fit statistics* yang belum sesuai menunjukkan model kurang dapat diandalkan untuk prediksi.

Model polinomial yang digunakan adalah model *linear*. Persamaan model matematika untuk respon nilai kadar serat karbohidrat terdapat dalam persamaan berikut:

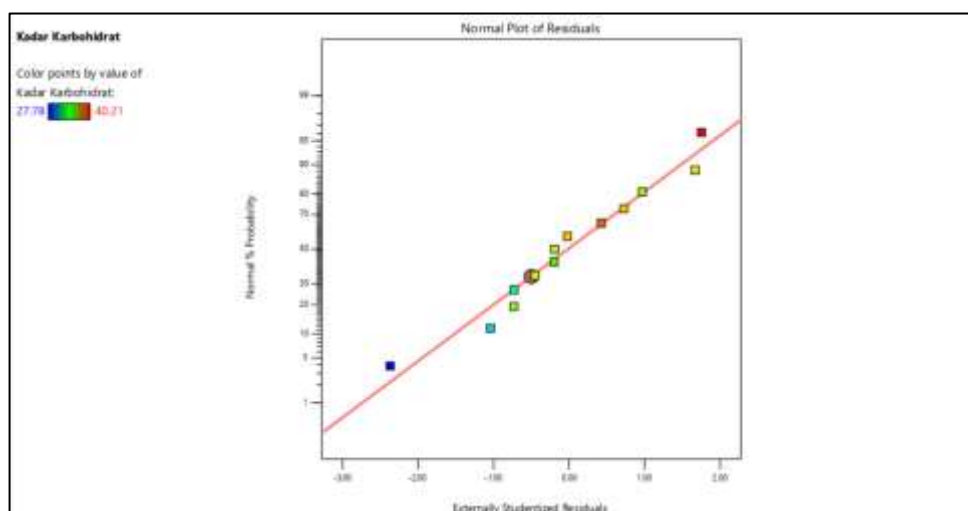
$$Y = A (33,19) + B (37,86)$$

Keterangan:

A = Jantung Pisang

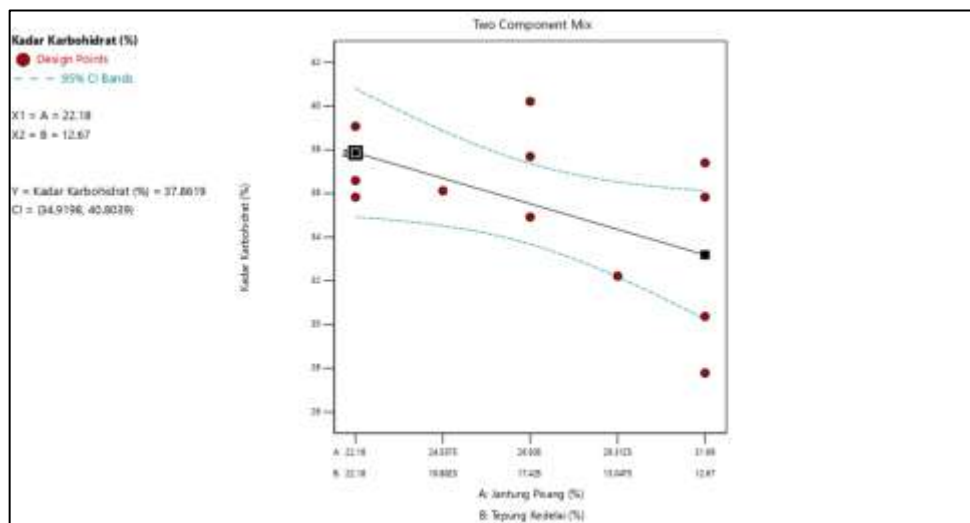
B = Tepung Kedelai

Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa seluruh komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap kadar karbohidrat, ditandai dengan koefisien yang bernilai positif. Dapat diketahui komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar karbohidrat adalah komponen koefisien B (Tepung Kedelai). Hal ini ditandai dengan nilai koefisien B paling tinggi yaitu sebesar 37,86 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen A sebesar 33,19.



Gambar 19. Grafik *Normal Plot Externally Studentized* Respon Kadar Karbohidrat

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar karbohidrat ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon kadar karbohidrat menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 20. Grafik *Plot Two Component Mix* Kadar Karbohidrat

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon kadar karbohidrat. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon kadar karbohidrat sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 37,8619%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 34,9198 – 40,8039. Selanjutnya, titik merah menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana terdapat 9 titik merah berada dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, dapat dilihat pada grafik bahwa kombinasi tertinggi pada sebelah kiri, di mana semakin meningkat proporsi penambahan komponen B (Tepung Kedelai) pada formulasi akan memberikan pengaruh terhadap peningkatan kadar karbohidrat pada produk. Begitupun sebaliknya, semakin menurun proporsi penambahan komponen B, maka terdapat penurunan kadar karbohidrat pada produk.

Perhitungan karbohidrat dilakukan dengan cara karbohidrat *by difference*, di mana jumlah karbohidrat dipengaruhi oleh jumlah protein, lemak, air dan abu. Jantung pisang memiliki kadar air dan kadar serat yang tinggi, sehingga menurunkan nilai residu karbohidrat pada perhitungan *by difference*. Sebaliknya, tepung kedelai yang bersifat kering dengan kadar air rendah cenderung menurunkan kadar air. Penurunan kadar air akibat tepung kedelai yang memiliki sifat higroskopis memberi pengaruh yang menyebabkan kadar karbohidrat pada formula dengan penambahan tepung kedelai yang lebih besar meningkat. Kedelai sendiri

dilaporkan mengandung karbohidrat sebesar 30,1%, sedangkan jantung pisang mengandung karbohidrat sebesar 7,1%. Winarno (2008) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar lemak, protein dan air pada produk maka kadar karbohidrat semakin menurun.

Sementara itu, tepung tapioka pada penelitian ini ditambahkan dalam proporsi yang seragam pada seluruh formula dengan tujuan sebagai pengisi dan pengikat pada bakso analog. Di mana tapioka yang berasal dari singkong memiliki komposisi yang didominasi oleh pati diduga turut berperan serta dalam terkandungnya karbohidrat pada produk akhir. Namun, karena tapioka sendiri bukan merupakan variabel bebas pada penelitian ini, maka pengaruhnya tidak dapat diuji secara statistik melalui ANOVA. Sehingga variasi kadar karbohidrat antar formulasi sepenuhnya disebabkan oleh perbedaan proporsi antara jantung pisang dan tepung kedelai. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kedua bahan memberikan kontribusi terhadap kadar karbohidrat pada produk akhir.

Kadar karbohidrat tertinggi diperoleh pada formulasi 3 dengan komposisi jantung pisang 26,93 % dan tepung kedelai 17,43 % sebesar 40,21%. sedangkan kadar karbohidrat terendah diperoleh ada formulasi 2 dengan komposisi jantung pisang 31,69% dan tepung kedelai 12,67% sebesar 27,78%.

4.2.2 Hasil Respon Organoleptik

4.2.2.1 Hasil Analisis Organoleptik Warna Abu Kecoklatan

Warna merupakan salah satu parameter sensoris yang menjadi penentu kesan pertama konsumen terhadap suatu produk. Menurut Winarno (2004) warna mempunyai peranan penting terhadap Tingkat penerimaan produk secara visual, karena suatu produk meskipun dinilai enak tetapi memiliki warna yang tidak seharusnya maka seharusnya tidak akan dikonsumsi. Penentuan mutu suatu bahan pangan pada umumnya tergantung pada warna tampil lebih dahulu. Penilaian aroma dilakukan secara organoleptik oleh panelis menggunakan skala numerik. Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis warna abu kecoklatan yang dapat dilihat pada tabel di bawah 29.

Tabel 29. Hasil Analisis Organoleptik Warna

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Warna
1.	22,18	22,18	3,47
2.	31,69	12,67	4,63
3.	26,93	17,43	3,8
4.	29,31	15,05	4,33
5.	22,18	22,18	3,37
6.	26,93	17,43	3,93
7.	31,69	12,67	4,3
8.	22,18	22,18	3,73
9.	31,69	12,67	4,63
10.	31,69	12,67	4,6
11.	24,56	19,80	4
12.	22,18	22,18	3,83
13.	26,93	17,43	4,33

Berdasarkan hasil analisis atribut warna, didapatkan nilai uji mutu hedonik warna abu kecoklatan berkisar antara 3,37-4,63 (warna agak tidak abu kecoklatan hingga agak abu kecoklatan). Nilai atribut warna tertinggi diperoleh pada formulasi ke-2 dan ke-9 sebesar 4,63. Sedangkan nilai warna terendah diperoleh pada formulasi ke-5 sebesar 3,37 dari 13 formulasi dengan rata-rata sebesar 4,07. Merujuk pada syarat umum bakso kombinasi SNI 3818:2014, memiliki standar mutu normal yang berarti sesuai dengan warna bahan baku yang digunakan.

Tabel 30. ANOVA Hasil Organoleptik Atribut Warna

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	1,81	1	1,81	49,32	< 0,0001	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	1,81	1	1,81	49,32	< 0,0001	
Residual	0,4043	11	0,0368			
Lack of Fit	0,0347	3	0,0116	0,2500	0,8592	not significant
Pure Error	0,3693	8	0,0462			
Cor Total	2,22	12				

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, respon atribut warna pada tabel menunjukkan bahwa formula berpengaruh nyata terhadap nilai atribut warna yang diuji. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu

linear. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 49,32 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 yaitu $< 0,0001$ sehingga model dinyatakan *significant*. Nilai *lack of fit* tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,8592.

Tabel 31. *Fit Statistics* Organoleptik Atribut Warna

	Std. Dev.	0,1917		R²	0,8176
	Mean	4,07		Adjusted R²	0,8011
	C.V. %	4,71		Predicted R²	0,7489
				Adeq Precision	12,2823

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 0,1917 dengan nilai R^2 sebesar 0,8176 sehingga dapat diketahui bahwa model sudah sesuai dengan ketentuan. Ditandai dengan selisih antara *adjusted R²* (0,8011) dan *predicted R²* (0,7489) yang kurang dari 0,2. Selanjutnya nilai *adeq precision* (12,2823) juga sudah memenuhi ketentuan, yang ditandai dengan nilai di atas ambang batas 4.

Model polinomial yang digunakan adalah model *linear*. Persamaan model matematika untuk respon nilai organoleptik atribut warna terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y = A (4,53) + B (3,61)$$

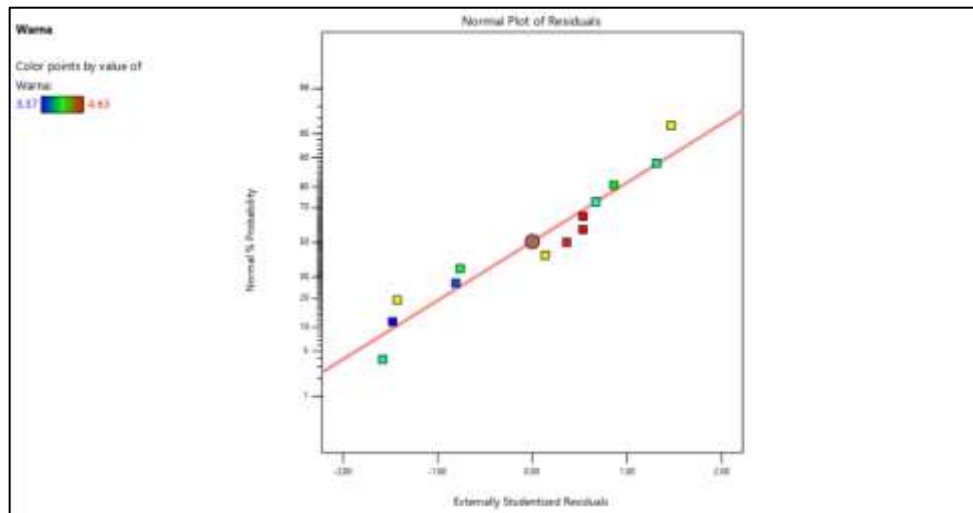
Keterangan:

A = Jantung Pisang

B = Tepung Kedelai

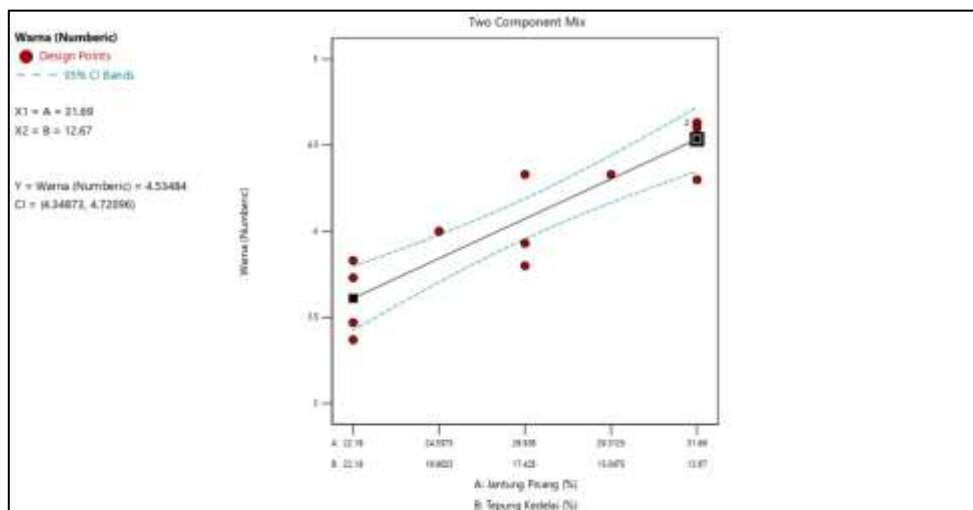
Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa seluruh komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap atribut warna, ditandai dengan koefisien yang bernilai positif. Dapat diketahui komponen yang paling besar berkontribusi terhadap warna yang dihasilkan oleh produk adalah komponen

koefisien A (Jantung Pisang). Hal ini ditandai dengan nilai koefisien A paling tinggi yaitu sebesar 4,53 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen B sebesar 3,61.



Gambar 21. Grafik *Normal Plot Externally Studentized* Respon Atribut Warna

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon atribut warna ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon atribut warna menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 22. Grafik *Plot Two Component Mix* Atribut Warna

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon atribut warna. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon atribut warna sebagai fungsi

komposisi yaitu sebesar 4,53484%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 4,34873 – 4,72096. Selanjutnya, titik merah menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana terdapat 6 titik merah berada dalam garis CI dan 3 titik merah berada di garis CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, dapat dilihat pada grafik bahwa kombinasi tertinggi pada sebelah kanan, di mana semakin meningkat proporsi penambahan komponen A (Jantung Pisang) pada formulasi akan memberikan pengaruh terhadap warna yang dihasilkan oleh produk.

Warna produk pada penelitian ini dipengaruhi oleh interaksi antara warna ungu keabuan dari jantung pisang lumat dan warna coklat dari tepung kedelai. Berdasarkan analisis organoleptik, didapatkan bahwa jantung pisang merupakan komponen yang paling berkontribusi pada warna akhir produk. Hal ini sesuai dengan penelitian Nidia (2020) yang menyatakan bahwa semakin banyak jantung pisang yang digunakan dalam pembuatan bakso daging menghasilkan bakso dengan warna semakin gelap. Di mana warna gelap tersebut disebabkan karena pada jantung pisang terdapat cairan berwarna jernih dan akan menjadi keruh warnanya apabila jantung pisang terkena udara dari luar lingkungan sekitarnya, sehingga warna tersebut akan berubah menjadi keabuan (Cahya Buana et al., 2019). Sedangkan untuk warna coklat sendiri berasal dari tepung kedelai yang memiliki warna coklat.

Nilai mutu hedonik atribut warna tertinggi diperoleh pada formulasi 2 dan 9 dengan komposisi jantung pisang 31,69% dan tepung kedelai 12,67% sebesar 4,63. sedangkan nilai atribut warna terendah diperoleh ada formulasi 5 dengan komposisi jantung pisang 22,18% dan tepung kedelai 22,18% sebesar 3,37.

4.2.2.2 Hasil Analisis Organoleptik Aroma Khas Daging

Aroma merupakan salah satu parameter dalam penentuan kualitas suatu produk pangan. Aroma yang khas dapat dirasakan oleh indera penciuman tergantung dari bahan utama yang ditambahkan. Aroma merupakan sifat yang terpenting bagi bahan pangan karena dapat dengan cepat memberikan hasil penilaian penerimaan untuk suatu produk (Winarno, 2002). Penilaian aroma dilakukan secara organoleptik oleh panelis menggunakan skala numerik.

Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis warna abu kecoklatan yang dapat dilihat pada tabel 32.

Tabel 32. Hasil Analisis Organoleptik Aroma

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Aroma
1.	22,18	22,18	3,8
2.	31,69	12,67	3,5
3.	26,93	17,43	3,27
4.	29,31	15,05	3,37
5.	22,18	22,18	3,9
6.	26,93	17,43	3,47
7.	31,69	12,67	3,6
8.	22,18	22,18	4,03
9.	31,69	12,67	3,9
10.	31,69	12,67	3,57
11.	24,56	19,80	3,93
12.	22,18	22,18	3,97
13.	26,93	17,43	3,87

Berdasarkan hasil analisis atribut aroma, didapatkan nilai uji mutu hedonik aroma khas daging berkisar antara 3,27-4,03 (aroma khas daging agak tidak kuat hingga agak kuat). Nilai atribut aroma tertinggi diperoleh pada formulasi ke-8 sebesar 4,03. Sedangkan nilai warna terendah diperoleh pada formulasi ke-3 sebesar 3,27 dari 13 formulasi dengan rata-rata sebesar 3,71. Merujuk pada syarat umum bakso kombinasi SNI 3818:2014, memiliki standar mutu normal yang berarti sesuai dengan aroma bahan baku yang digunakan. Namun dalam produk ini digunakan *essence* daging untuk memberikan aroma khas bakso pada umumnya, yaitu aroma khas daging untuk memberikan sensasi bakso di pasaran yang menggunakan daging pada bahan bakunya.

Tabel 33. ANOVA Hasil Organoleptik Atribut Aroma

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	0,2339	1	0,2339	4,83	0,0503	not significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0,2339	1	0,2339	4,83	0,0503	
Residual	0,5328	11	0,0484			
Lack of Fit	0,2232	3	0,0744	1,92	0,2046	not significant
Pure Error	0,3096	8	0,0387			
Cor Total	0,7667	12				

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, respon atribut aroma khas daging pada tabel menunjukkan bahwa formula tidak berpengaruh nyata terhadap nilai atribut aroma yang diuji. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu *linear*. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 4,83 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih besar dari 0,05 yaitu 0,0503 sehingga model dinyatakan *not significant*. Nilai *lack of fit* juga tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,2046. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi kedua komponen formula belum tentu menjadi faktor utama yang memengaruhi persepsi aroma bagi panelis, yang memungkinkan lebih dipengaruhi oleh faktor sensoris lain. Namun, dapat diketahui bahwa *p-value* model memiliki nilai yang sedikit di atas ambang 0,05. Sehingga dapat diartikan bahwa respon atribut aroma bukan berarti tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh kedua bahan utama tersebut, hanya efeknya saja yang sangat lemah.

Tabel 34. *Fit Statistics* Organoleptik Atribut Aroma

	Std. Dev.	0,2201		R²	0,3051
	Mean	3,71		Adjusted R²	0,2419
	C.V. %	5,94		Predicted R²	0,0914
				Adeq Precision	3,8432

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 0,2201 dengan nilai *R²* sebesar 0,3051, dengan selisih antara *adjusted R²* (0,2419) dan *predicted R²* (0,0914) yang kurang dari 0,2 namun dengan nilai *adeq precision* (3,8432) juga belum memenuhi

ketentuan, ditandai dengan nilai di bawah ambang batas 4 yang artinya sinyal dari perbedaan formula komponen A (Jantung Pisang) dan B (Tepung Kedelai) lemah. Hal ini menunjukkan bahwa model belum dapat digunakan untuk memprediksi respon aroma pada formulasi. Dengan nilai R^2 yang rendah mengindikasikan bahwa respon aroma lebih banyak dipengaruhi oleh faktor di luar komponen A dan komponen B.

Model polinomial yang digunakan adalah model *linear*. Persamaan model matematika untuk respon nilai organoleptik atribut aroma terdapat dalam persamaan berikut:

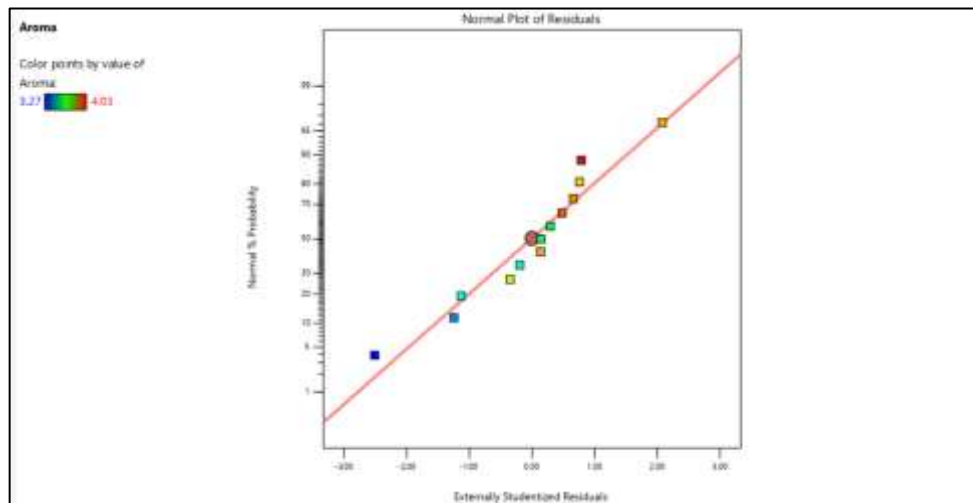
$$Y = A (3,54) + B (3,87)$$

Keterangan:

A = Jantung Pisang

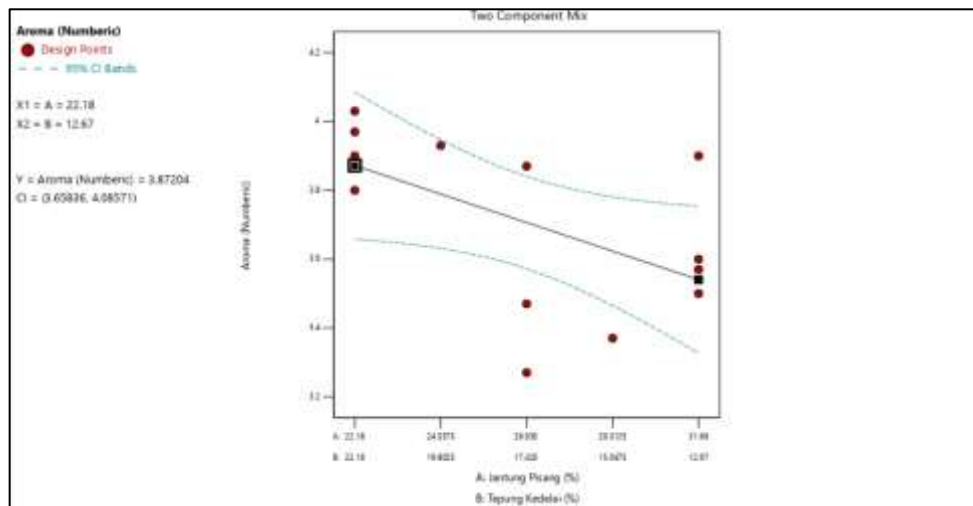
B = Tepung Kedelai

Meskipun model secara statistik tidak signifikan, namun secara deskriptif kedua komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap atribut aroma, ditandai dengan koefisien yang bernilai positif. Dapat diketahui komponen yang paling besar berkontribusi terhadap aroma yang dihasilkan oleh produk adalah komponen koefisien B (Tepung Kedelai). Hal ini ditandai dengan nilai koefisien B paling tinggi yaitu sebesar 3,87 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen A sebesar 3,54.



Gambar 23. Grafik *Normal Plot Externally Studentized* Respon Atribut Aroma

Pemenuhan model terhadap asumsi ANOVA pada respon atribut aroma ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon atribut aroma menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 24. Grafik *Plot Two Component Mix* Atribut Aroma

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon atribut aroma. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon atribut warna sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 3,87204%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 3,65836 - 4,08571. Selanjutnya, titik merah

menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana terdapat 8 titik merah berada dalam garis CI. Dapat dilihat pada grafik bahwa kombinasi tertinggi pada sebelah kiri, di mana semakin meningkat proporsi penambahan komponen B (Tepung Kedelai) pada formulasi akan memberikan pengaruh terhadap aroma yang dihasilkan oleh produk.

Rendahnya pengaruh formulasi terhadap intensitas aroma khas daging pada penelitian ini diduga disebabkan oleh seberapa banyak *essence* daging yang ditambahkan secara merata pada seluruh sampel. Penambahan *essence* daging pada dasarnya berfungsi untuk menghasilkan produk yang menyerupai karakteristik aroma daging asli. Sehingga penambahan tersebut menjadikan *essence* daging sebagai kontributor utama terhadap intensitas aroma khas daging, sedangkan kontribusi aroma dari variasi proporsi jantung pisang dan tepung kedelai relatif jauh lebih lemah sehingga sulit dibedakan secara statistik.

Dominasi *essence* daging tersebut diperkuat oleh karakteristik aroma alami dari kedua bahan baku yaitu jantung pisang dan tepung kedelai. Tepung kedelai sendiri secara alami mengandung enzim lipoksigenase yang memang terdapat dalam produk kacang-kacangan, yang dapat menghidrolisis asam lemak tak jenuh ganda dan menghasilkan senyawa volatil penyebab aroma langu (Rachmawati et al., 2021). Selain itu, jantung pisang memiliki karakteristik aroma khas akibat kandungan getah dan senyawa tanin alami. Sehingga ketika proporsi jantung pisang meningkat, aroma langu kedelai berkurang, namun aroma khas getah jantung pisang memungkinkan mengalami peningkatan. Begitupun sebaliknya, ketika proporsi jantung pisang menurun, aroma langu memungkinkan mengalami peningkatan. Selain itu, proses pembuatan bakso yang dilakukan secara seragam pada seluruh formulasi menyebabkan kontribusi aroma khas daging yang ditambahkan berpengaruh terhadap proses termal yang setara antar formula, sehingga dapat memperkecil munculnya perbedaan intensitas aroma yang signifikan akibat variasi proporsi komponen bahan baku.

Nilai mutu hedonik atribut aroma tertinggi diperoleh pada formulasi 8 dengan komposisi jantung pisang 22,18% dan tepung kedelai 22,18% sebesar 4,03.

Sedangkan nilai atribut aroma terendah diperoleh ada formulasi 3 dengan komposisi jantung pisang 26,93% dan tepung kedelai 17,42% sebesar 3,37.

4.2.2.3 Hasil Analisis Organoleptik Rasa Gurih dan Umami

Rasa merupakan sensasi yang terbentuk dari perpaduan bahan penyusun produk yang ditangkap oleh Indera pengecap (Sulaiman dan Santi, 2023). Rasa merupakan faktor terpenting dalam pengambilan Keputusan konsumen untuk menerima atau menolak dari suatu produk makanan. Konsistensi suatu bahan mampu mempengaruhi citarasa yang ditimbulkan oleh bahan baku, di mana bahan pangan pada umumnya tidak hanya terdiri atas satu rasa saja, tapi gabungan dari berbagai macam rasa yang terpadu sehingga menimbulkan cita rasa produk yang utuh dan pandu (Kartika, 1998). Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis uji mutu hedonik atribut rasa gurih dan umami yang dapat dilihat pada tabel 35.

Tabel 35. Hasil Analisis Atribut Rasa

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Rasa
1.	22,18	22,18	3,57
2.	31,69	12,67	4,13
3.	26,93	17,43	3,93
4.	29,31	15,05	3,50
5.	22,18	22,18	3,67
6.	26,93	17,43	3,60
7.	31,69	12,67	3,90
8.	22,18	22,18	3,73
9.	31,69	12,67	3,87
10.	31,69	12,67	3,77
11.	24,56	19,80	3,70
12.	22,18	22,18	3,47
13.	26,93	17,43	3,67

Berdasarkan hasil analisis atribut warna, didapatkan nilai uji mutu hedonik atribut rasa berkisar antara 3,47-4,13 (agak tidak gurih dan umami hingga agak gurih dan umami). Nilai atribut rasa tertinggi diperoleh pada formulasi ke-2 sebesar 4,13. Sedangkan nilai warna terendah diperoleh pada formulasi ke-12 sebesar 3,47

dari 13 formulasi dengan rata-rata sebesar 3,73. Merujuk pada syarat umum bakso kombinasi SNI 3818:2014, memiliki standar mutu normal yang berarti sesuai dengan rasa bahan baku yang digunakan.

Tabel 36. ANOVA Organoleptik Atribut Rasa

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	0,1502	1	0,1502	6,10	0,0311	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0,1502	1	0,1502	6,10	0,0311	
Residual	0,2709	11	0,0246			
Lack of Fit	0,1018	3	0,0339	1,61	0,2632	not significant
Pure Error	0,1691	8	0,0211			
Cor Total	0,4212	12				

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, respon atribut rasa gurih dan umami pada tabel menunjukkan bahwa formula berpengaruh nyata terhadap nilai atribut rasa yang diuji. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu *linear*. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 6,10 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 yaitu 0,0311 sehingga model dinyatakan *significant*. Nilai *lack of fit* tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,2632

Tabel 37. *Fit Statistics* Organoleptik Atribut Rasa

.					
	Std. Dev.	0,1569		R²	0,3567
	Mean	3,73		Adjusted R²	0,2982
	C.V. %	4,21		Predicted R²	0,1230
				Adeq Precision	4,3192

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 0,1569 dengan nilai *R²* sebesar 0,3567 sehingga dapat diketahui bahwa model sudah sesuai dengan ketentuan. Ditandai dengan selisih antara *adjusted R²* (0,2982) dan *predicted R²* (0,1230) yang kurang dari 0,2. Selanjutnya nilai *adeq precision* (4,3192) juga sudah memenuhi ketentuan, yang ditandai dengan nilai di atas ambang batas 4.

Model polinomial yang digunakan adalah model *linear*. Persamaan model matematika untuk respon nilai organoleptik atribut rasa terdapat dalam persamaan berikut:

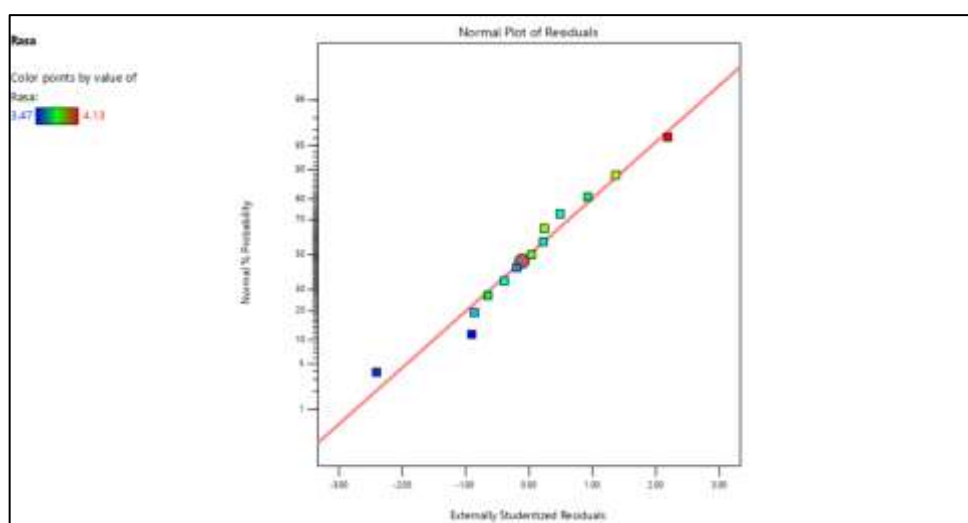
$$Y = A (3,86) + B (3,60)$$

Keterangan:

A = Jantung Pisang

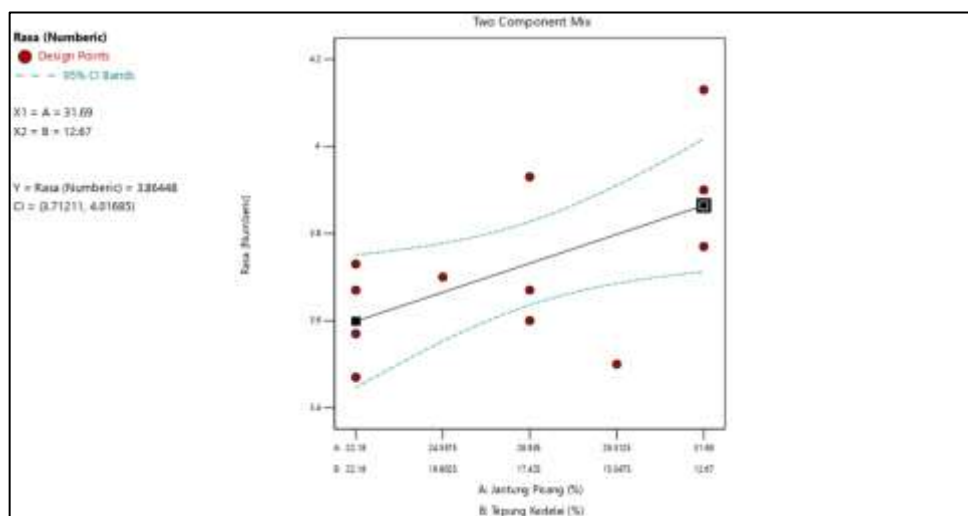
B = Tepung Kedelai

Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa seluruh komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap atribut rasa, ditandai dengan koefisien yang bernilai positif. Dapat diketahui komponen yang paling besar berkontribusi terhadap rasa yang dihasilkan oleh produk adalah komponen koefisien A (Jantung Pisang). Hal ini ditandai dengan nilai koefisien A paling tinggi yaitu sebesar 3,86 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen B sebesar 3,60.



Gambar 25. Grafik *Normal Plot Externally Studentized* Respon Atribut Rasa

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA respon atribut rasa ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon atribut rasa menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 26. Grafik *Plot Two Component Mix* Atribut Rasa

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon atribut rasa. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon atribut rasa sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 3,86448%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 3,71211–4,01685. Selanjutnya, titik merah menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana terdapat 9 titik merah berada dalam garis CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, dapat dilihat pada grafik bahwa kombinasi tertinggi pada sebelah kanan, di mana semakin meningkat proporsi penambahan komponen A (Jantung Pisang) pada formulasi akan memberikan pengaruh terhadap rasa yang dihasilkan oleh produk.

Penurunan skor rasa seiring bertambahnya proporsi tepung kedelai diduga berkaitan dengan karakteristik rasa langu yang melekat pada kedelai, di mana kedelai memiliki khas bau langu yang kurang disukai. Di sisi lain, meskipun jantung pisang secara alami mengandung tanin yang dapat menimbulkan rasa sepat, efek tersebut dapat diminimalisir melalui tahap perebusan sebelum pengolahan (Khoirunisa et al., 2019). Pada penelitian ini digunakan bumbu yang dicampurkan ke dalam adonan untuk memberikan rasa yang lebih diterima oleh konsumen dan rasa seperti bakso pada umumnya. Namun, hasil ini berbeda dengan temuan pada penelitian Milasari et al., (2021) yang melaporkan bahwa rasa bakso lebih banyak berasal dari bumbu-bumbu yang dicampurkan ke dalam adonan. Perbedaan ini menunjukkan bahwa

meskipun bumbu turut berkontribusi terhadap rasa keseluruhan bakso analog pada penelitian ini, kontribusi tersebut belum cukup mendominasi untuk menutupi perbedaan rasa yang dihasilkan oleh karakteristik alami bahan baku utama. Sehingga jantung pisang dapat disimpulkan lebih memberikan kontribusi yang lebih besar dibandingkan tepung kedelai karena menghasilkan rasa gurih dan umami yang lebih terasa pada produk bakso analog.

Nilai mutu hedonik atribut rasa tertinggi diperoleh pada formulasi 2 dengan komposisi jantung pisang 31,69% dan tepung kedelai 12,67% sebesar 4,13 , sedangkan nilai terendah diperoleh pada formulasi 12 dengan komposisi jantung pisang 22,18% dan tepung kedelai 22,18% sebesar 3,47.

4.2.2.4 Hasil Analisis Organoleptik Tekstur Kenyal

Tekstur merupakan faktor kualitas makanan yang paling penting. Tekstur merupakan komponen yang turut menentukan cita rasa makanan karena sensitivitas indera cita rasa yang dipengaruhi konsistensi pada makanan (Tarigan, 2020). Tekstur dapat diamati pada waktu digigit, dikunyah bahkan ditelan (Sipatuhar et al., 2021). Berdasarkan formulasi yang dirancang oleh *Design Expert*, didapatkan hasil analisis uji mutu hedonik atribut tekstur kenyal yang dapat dilihat pada tabel di 38.

Tabel 38. Hasil Organoleptik Atribut Tekstur

Formula	Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Tekstur
1.	22,18	22,18	2,67
2.	31,69	12,67	4,90
3.	26,93	17,43	4,60
4.	29,31	15,05	4,33
5.	22,18	22,18	2,97
6.	26,93	17,43	3,83
7.	31,69	12,67	4,03
8.	22,18	22,18	3,33
9.	31,69	12,67	4,73
10.	31,69	12,67	3,57
11.	24,56	19,80	3,20
12.	22,18	22,18	2,83
13.	26,93	17,43	3,83

Berdasarkan hasil analisis atribut warna, didapatkan nilai uji mutu hedonik atribut rasa berkisar antara 2,67-4,90 (tidak kenyal hingga agak kenyal). Nilai atribut tekstur tertinggi diperoleh pada formulasi ke-2 sebesar 4,90. Sedangkan nilai atribut tekstur terendah diperoleh pada formulasi ke-1 sebesar 2,67 dari 13 formulasi dengan rata-rata sebesar 3,76. Merujuk pada syarat umum bakso kombinasi SNI 3818:2014, memiliki standar mutu yang kenyal.

Tabel 39. ANOVA Hasil Organoleptik Atribut Tekstur

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F-value	P-value	
Model	4,23	1	4,23	19,90	0,0010	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	4,23	1	4,23	19,90	0,0010	
Residual	2,34	11	0,2124			
Lack of Fit	0,5535	3	0,1845	0,8277	0,5148	not significant
Pure Error	1,78	8	0,2229			
Cor Total	6,57	12				

Berdasarkan ANOVA metode *Mixture D-Optimal*, respon atribut tekstur kenyal pada tabel menunjukkan bahwa formula berpengaruh nyata terhadap nilai atribut tekstur yang diuji. Ditandai dengan model polinomial yang direkomendasikan yaitu *linear*. Hasil ANOVA menunjukkan nilai F sebesar 19,90 dengan nilai *p-value* “Prob>F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 yaitu 0,0010 sehingga model dinyatakan *significant*. Nilai *lack of fit* tidak berpengaruh nyata, ditandai dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 yaitu 0,5148.

Tabel 40. *Fit Statistics* Organoleptik Atribut Tekstur

	Std. Dev.	0,4609		R²	0,6440
	Mean	3,76		Adjusted R²	0,6117
	C.V. %	12,27		Predicted R²	0,4959
				Adeq Precision	7,8025

Berdasarkan *fit statistic* pada *Design Expert* metode *Mixture D-optimal*, didapatkan nilai standar deviasi sebesar 0,4609 dengan nilai *R²* sebesar 0,6440 sehingga dapat diketahui bahwa model sudah sesuai dengan ketentuan. Ditandai

dengan selisih antara *adjusted R²* (0,6117) dan *predicted R²* (0,4959) yang kurang dari 0,2. Selanjutnya nilai *adeq precision* (7,8025) juga sudah memenuhi ketentuan, yang ditandai dengan nilai di atas ambang batas 4.

Model polinomial yang digunakan adalah model *linear*. Persamaan model matematika untuk respon nilai organoleptik atribut rasa terdapat dalam persamaan berikut:

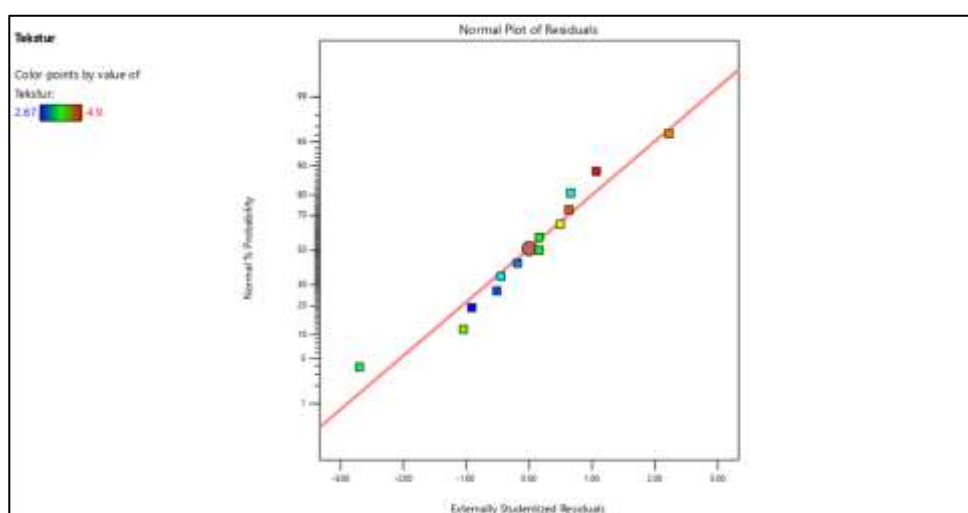
$$Y = A (4,46) + B (3,05)$$

Keterangan:

A = Jantung Pisang

B = Tepung Kedelai

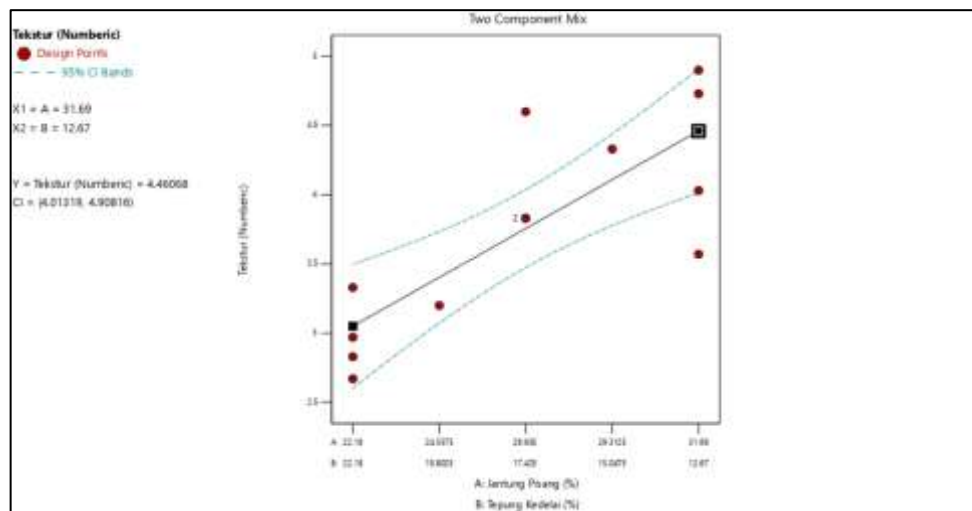
Berdasarkan persamaan di atas, diketahui bahwa seluruh komponen utama (A dan B) memberikan kontribusi positif terhadap atribut tekstur, ditandai dengan koefisien yang bernilai positif. Dapat diketahui komponen yang paling besar berkontribusi terhadap tekstur yang dihasilkan oleh produk adalah komponen koefisien A (Jantung Pisang). Hal ini ditandai dengan nilai koefisien A paling tinggi yaitu sebesar 4,46 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen B sebesar 3,05.



Gambar 27. Grafik *Normal Plot Externally Studentized* Respon Atribut Tekstur

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon atribut tekstur ditunjukkan dengan menyebarnya data secara normal. Pada gambar di atas dapat

dilihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon atribut tekstur menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 28. Grafik *Plot Two Component Mix* Atribut Tekstur

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara jantung pisang dan tepung kedelai saling mempengaruhi respon atribut tekstur. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon atribut rasa sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 4,46068%. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 4,01319–4,90816. Selanjutnya, titik merah menggambarkan data eksperimen aktual. Dimana terdapat 11 titik merah berada dalam garis CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, dapat dilihat pada grafik bahwa kombinasi tertinggi pada sebelah kanan, di mana semakin meningkat proporsi penambahan komponen A (Jantung Pisang) pada formulasi akan memberikan pengaruh terhadap tekstur yang dihasilkan oleh produk.

Kekenyalan pada bakso yang dipengaruhi oleh jantung pisang sejalan dengan penelitian Vinola et al., (2021) yang mengatakan bahwa kekenyalan pada bakso mengalami peningkatan seiring meningkatnya konsentrasi penambahan jantung pisang kepok terhadap ikan jelawat. Kandou (2017) juga menyatakan bahwa kadar air yang tinggi akan mempengaruhi tekstur dan keempukan pada bakso. Jantung pisang secara alami kaya akan serat dan dapat berperan seperti hidrokoloid yang dapat memperkuat jaringan gel, dengan penambahan tapioka yang seragam pada seluruh formulasi. Cahya Buana et al., (2019) menyatakan bahwa

semakin tinggi konsentrasi kacang merah dan semakin rendah konsentrasi jantung pisang pada pembuatan bakso analog, akan menghasilkan produk yang tidak kenyal, yang artinya semakin meningkatnya penambahan jantung pisang akan meningkatkan kekenyalan pada produk.

Umumnya, semakin tinggi kadar protein yang dihasilkan pada bakso daging akan meningkatkan kekenyalan pada bakso, karena miosin pada daging akan membentuk emulsi air dan lemak yang menghasilkan bakso yang kenyal (Anindyajati et al., 2022). Namun, pada penelitian ini protein berasal dari nabati kedelai yang tidak memiliki sifat pembentukan gel elastis seperti miosin, sehingga penambahannya dalam jumlah besar akan berkompetensi dengan pati dari tapioka dalam menyerap air dan mengganggu proses gelatinisasi pati yang optimal sehingga menurunkan kekenyalan produk. Dengan demikian, meskipun jantung pisang dan tepung kedelai sama-sama memberikan kontribusi positif terhadap produk bakso analog, jantung pisang memberikan kontribusi kekenyalan yang lebih besar, karena diduga disebabkan oleh peran serat pada jantung pisang yang mendukung penguatan jaringan gel apti tapioka.

Nilai mutu hedonik atribut tekstur tertinggi diperoleh pada formulasi 2 dengan komposisi jantung pisang 31,69% dan tepung kedelai 12,67% sebesar 4,90. Sedangkan nilai terendah diperoleh pada formulasi 1 dengan komposisi jantung pisang 22,18% dan tepung kedelai 22,18% sebesar 2,67.

4.3 Hasil Penelitian Tahap III: Optimasi

Penelitian tahap III atau optimasi merupakan tahap di mana dilakukannya penentuan formulasi terpilih produk. Pada tahap ini, *Design Expert* akan mengolah data dari hasil pengujian respon yang telah dilakukan sebelumnya. *Design Expert* kemudian akan melakukan analisis pengoptimasian berdasarkan hasil analisis dan juga *goals* serta *importance* sehingga dihasilkan formula terpilih dengan *desirability* mendekati 1. Penetapan *goals* dan *importance* dapat dilihat pada tabel 4.

Variabel berubah jantung pisang dan tepung kedelai dioptimalkan dengan *goals in range* (+++), karena jantung pisang mengandung tanin yang dapat mempengaruhi rasa pada produk akhir. Kandungan air yang tinggi pada jantung

pisang juga dapat mempengaruhi nilai kadar air dan tekstur yang akan dihasilkan apabila proporsinya terlalu tinggi. Begitupun dengan tepung kedelai, walaupun memberikan kontribusi terhadap kadar protein pada bakso, penambahan tepung kedelai berlebih dapat menghasilkan produk yang beraroma langu sehingga akan mempengaruhi aroma dan tekstur yang terlalu padat. Oleh karena itu, optimasi digunakan untuk menemukan proporsi yang memberikan kontribusi yang baik pada produk akhir dan memvariasikan jumlah penggunaan bahan.

Respon kadar serat kasar dioptimalkan dengan *goals maximize* (+++++), karena produk akhir diharapkan menghasilkan kadar serat kasar semaksimal mungkin, dibantu dengan penambahan jantung pisang pada formula. Kandungan serat merupakan salah satu nilai fungsional utama yang menjadi tujuan pengembangan produk bakso analog. Semakin tinggi kadar serat kasar, semakin besar manfaat produk sebagai alternatif pangan tinggi serat, yang menjadikan keunggulan fungsional. Sehingga diberi importansi tertinggi dibanding respon lainnya.

Respon kadar protein dioptimalkan dengan *goals maximize* (+++++), karena produk akhir diharapkan menghasilkan kadar protein semaksimal mungkin, dibantu dengan penambahan tepung kedelai pada formula. Kandungan protein menjadi salah satu tolak ukur utama keberhasilan produk analog daging, karena protein merupakan parameter gizi utama yang menentukan kelayakan produk sebagai alternatif sumber protein nabati. Sehingga diberi importansi tertinggi dibanding respon lainnya.

Respon kadar air dioptimalkan dengan *goals in range* (++++), karena produk akhir diharapkan menghasilkan kadar air berada pada kisaran tertentu sesuai dengan standar SNI 3818:2014. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan daya simpan produk dan menghasilkan tekstur yang terlalu lembek, sehingga pengoptimalan diperlukan karena kadar air berpengaruh langsung terhadap mutu fisik sampai daya simpan produk. sehingga fokus optimasi adalah menjaga kadar air pada rentang yang wajar.

Respon kadar lemak dioptimalkan dengan *goals in range* (++++), karena produk akhir diharapkan menghasilkan kadar lemak berada pada kisaran tertentu

sesuai dengan standar SNI 3818:2014. Hal ini karena lemak dalam humlah tertentu tetap dibutuhkan untuk mendukung *mouthfeel* dan juga cita rasa produk. Tingginya kadar lemak akan bertentangan dengan tujuan pembuatan produk yang rendah lemak, sehingga fokus optimasi adalah menjaga kadar lemak pada rentang yang wajar.

Respon kadar abu dioptimalkan dengan *goals in range* (+++). Ditetapkan demikian karena produk akhir diharapkan menghasilkan kadar abu berada pada kisaran tertentu sesuai dengan standar SNI 3818:2014. Parameter ini mencerminkan kandungan mineral produk secara umum dan bukan merupakan fokus utama pengembangan produk. Sehingga cukup diarahkan pada rentang wajar sesuai standar mutu bakso.

Respon kadar karbohidrat dioptimalkan dengan *goals in range* (+++). Mengingat nilai karbohidrat pada penelitian ini dihitung dengan metode *by difference*. Belum ada SNI khusus yang mensyaratkan kadar karbohidrat untuk produk sejenis. Sehingga *importance* ditetapkan pada rentan yang wajar.

Respon atribut warna dioptimalkan dengan *goals maximize* (++++). Hal ini dikarenakan warna merupakan atribut sensori pertama yang dinilai konsumen dan berperan penting dalam membentuk kesan awal terhadap produk sebelum dikonsumsi. Sehingga harapannya warna yang dihasilkan berwarna abu kecoklatan

Respon atribut aroma dioptimalkan dengan *goals maximize* (++++). Hal ini dikarenakan aroma turut memberi persepsi keseluruhan terhadap mutu produk dan kemiripannya dengan bakso konvensional. Sehingga harapannya aroma yang dihasilkan beraroma khas daging.

Respon atribut rasa dioptimalkan dengan *goals maximize* (++++). Hal ini karena rasa merupakan atribut yang paling menentukan penerimaan akhir konsumen terhadap suatu produk pangan. Sehingga harapannya rasa yang dihasilkan gurih dan umami.

Respon atribut tekstur dioptimalkan dengan *goals maximize* (++++). Hal ini karena produk diharapkan memiliki tekstur yang sama dan sesuai dengan bakso daging konvensional. Tekstur kenyal juga merupakan atribut penentu

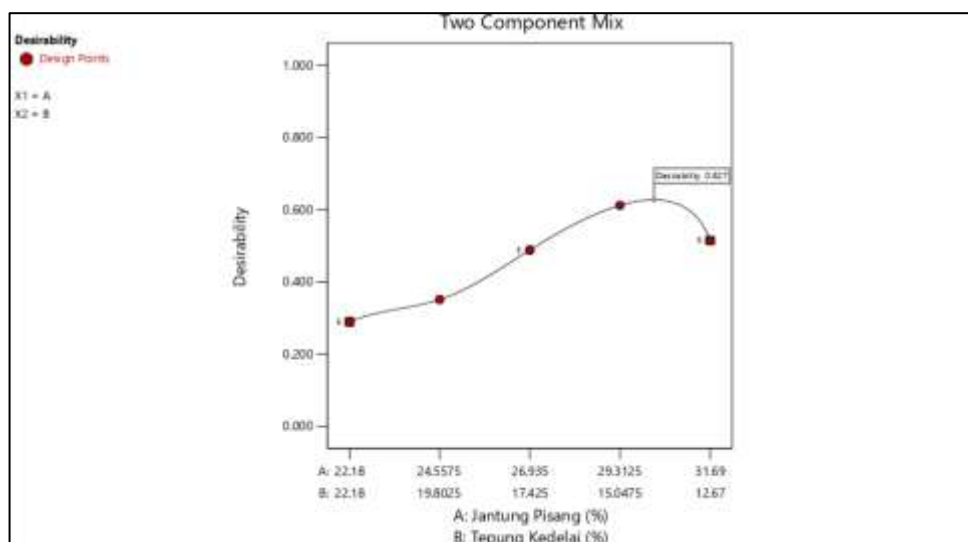
identitas suatu produk sebagai bakso, karena bakso yang tidak kenyal umumnya tidak diterima sebagai bakso oleh konsumen.

Formula optimal merupakan Solusi yang diprediksikan oleh program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* berdasarkan analisis terhadap respon kimia (kadar serat kasar, kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu dan kadar karbohidrat) dan respon organoleptik (warna, aroma rasa dan tekstur). Proses optimasi dipilih dengan nilai *desirability* tertinggi berdasarkan penetapan target dan Tingkat kepentingan yang diharapkan. Solusi yang diberikan oleh program *Design Expert* dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 41. Rekomendasi Formula Optimal Bakso Analog dan Prediksi Respon

Jantung Pisang (%)	Tepung Kedelai (%)	Serat kasar (%)	Protein (%)	Air (%)	Lemak (%)	Abu (%)	Karbohidrat (%)	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	<i>Desirability</i>
30,209	14,151	2,442	10,581	53,199	2,568	1,887	33,971	4,391	3,592	3,823	4,241	0,627 (<i>Selected</i>)

Nilai *desirability* yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kompleksitas komponen, kisaran yang digunakan dalam komponen, jumlah komponen dan respon, serta target yang ingin dicapai dalam memperoleh formula optimum. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan solusi yang memiliki formula optimal dengan nilai *desirability* 0,627 dengan komposisi jantung pisang 30,21% dan tepung kedelai 14,15%. Nilai *desirability* menunjukkan seberapa presisi hasil optimasi dengan target yang diinginkan. Dengan nilai *desirability* yang didapatkan, diketahui bahwa hasil yang didapat belum mencapai tsingkat presisi tinggi terhadap target yang diinginkan. Grafik *desirability* produk bakso analog dapat dilihat pada gambar 30:



Gambar 29. Grafik *Desirability* Bakso Analog Jantung Pisang dan Tepung Kedelai

Nilai prediksi respon pada formulasi optimal meliputi serat kasar sebesar 2,442%, protein 10,581%, kadar air 53,199%, kadar lemak 2,568%, abu 1,887%, karbohidrat 33,971%, warna 4,391, aroma 3,592, rasa 3,823 dan tekstur 4,241 dengan *desirability* sebesar 0,627 yang menunjukkan Tingkat kesesuaian formulasi terhadap seluruh tujuan optimasi yang telah ditetapkan. Menurut Hidayat et al. (2020), nilai *desirability* berkisar antara 0–1, dengan nilai yang semakin mendekati 1 menunjukkan formulasi yang semakin mendekati kondisi optimum. Nilai *desirability* sebesar 0,627 menunjukkan bahwa formulasi yang diperoleh

merupakan kondisi penyesuaian dari seluruh respon yang dioptimasi, karena setiap respon memiliki *goal* dan *importance* yang berbeda.

Penetapan *importance* tertinggi pada kadar serat kasar dan protein menjadikan kedua respon tersebut menjadi prioritas dalam proses optimasi. Hasil optimasi menunjukkan proporsi jantung pisang sebesar 30,21% dan tepung kedelai 14,15%. komposisi tersebut menghasilkan nilai desirability 0,627 dengan mempertimbangkan seluruh respon sesuai dengan *goals* dan *importance* yang ditentukan, sehingga formulasi tersebut dipilih sebagai formula optimal.

	Solution 1 of 1 Response	Predicted Mean	Predicted Median	Observed	Std Dev	SE Mean	95% CI low for Mean	95% CI high for Mean	95% TI low for 99% Pop	95% TI high for 99% Pop
	Kadar Serat Kasar	2.44223	2.44223		0.402264	0.146533	2.11971	2.76474	0.572358	4.31209
	Kadar Protein	10.5811	10.5811		0.779003	0.583506	9.2611	11.9011	6.21023	14.9519
	Kadar Air	53.1995	53.1995		3.1421	1.14457	50.6803	55.7187	38.5939	67.8051
	Kadar Lemak	2.56793	2.56793		0.262785	0.0957247	2.35724	2.77862	1.34641	3.78945
	Kadar Abu	1.88712	1.88712		0.407137	0.148308	1.5607	2.21355	-0.00539548	3.77965
	Kadar Karbohidrat	33.9167	33.9167		3.03037	1.10387	31.4871	36.3463	19.8304	48.003
	Warna	4.391	4.391		0.191703	0.0698316	4.23731	4.5447	3.4999	5.28211
	Aroma	3.59194	3.59194		0.220085	0.0801705	3.41549	3.7684	2.56891	4.61498
	Rasa	3.82307	3.82307		0.156944	0.05717	3.69724	3.9489	3.09354	4.5526
	Tekstur	4.24098	4.24098		0.460917	0.167898	3.87144	4.61052	2.09848	6.38349

Gambar 30. Hasil *Point Prediction* Pada Produk Bakso Analog

Tabel di atas menyajikan hasil *point prediction* yang memuat nilai prediksi beserta *Prediction Interval* (PI) 95% untuk setiap respon. PI merupakan rentang yang diharapkan mencakup hasil pengukuran pada kondisi yang sama dengan tingkat kepercayaan 95%. Rentang PI inilah yang dijadikan sebagai acuan pada tahap verifikasi, di mana hasil pengukuran aktual dinyatakan konsisten dengan prediksi apabila nilainya berada di dalam rentang PI 95%.

4.4 Hasil Penelitian Tahap IV: Verifikasi

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui hasil analisis aktual dari formulasi optimal hasil rancangan *Design Expert* dan membandingkannya dengan hasil prediksi yang dihasilkan oleh *Design Expert*. Apabila hasil aktual berada dalam rentang prediksi tersebut, maka model dinyatakan valid dan dapat digunakan sebagai dasar penentuan formula optimal bakso analog jantung pisang dan tepung kedelai. Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan produk dengan presentase bahan sesuai dengan formula terpilih yang telah diberikan oleh program. Formulasi optimal yang dihasilkan oleh *Design Expert* akan dianalisis Kembali berdasarkan respon

kimia (serat kasar, protein, lemak, air, abu dan karbohidrat) dan respon organoleptik (warna, aroma, rasa dan tekstur).

Design Expert akan memberikan nilai *Confident Interval* (CI) dan *Prediction Interval* (PI) untuk setiap nilai prediksi respon pada taraf signifikan 95%. Nilai CI menunjukkan ekspektasi rata-rata hasil pengukuran berikutnya pada taraf signifikan tertentu, dalam hal ini 95%. PI adalah rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran respon berikutnya dengan kondisi sama pada taraf signifikan tertentu, dalam hal ini 5%. oleh karena itu, CI dan PI harus dibandingkan untuk mengkonfirmasi bahwa hasil verifikasi berbeda pada kisaran menunjukkan nilai ketetapan 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.

Analysis	Predicted Mean	Predicted Median	Observed	Std Dev	n	SE Pred	95% PI low	Data Mean	95% PI high
Kadar Serat Kasar	2.44208	2.44208		0.402264	1	0.428115	1.49981	2.9	3.38436
Kadar Protein	10.5817	10.5817		0.779003	1	0.973387	8.37977	10.06	12.7837
Kadar Air	53.1984	53.1984		3.1421	1	3.34403	45.8383	56.39	60.5586
Kadar Lemak	2.56804	2.56804		0.262785	1	0.279673	1.95249	2.13	3.1836
Kadar Abu	1.88727	1.88727		0.407137	1	0.433302	0.933577	2.44	2.84096
Kadar Karbohidrat	33.9172	33.9172		3.03037	1	3.22512	26.8188	28.98	41.0157
Warna	4.3909	4.3909		0.191703	1	0.204023	3.94185	4.27	4.83996
Aroma	3.59198	3.59198		0.220085	1	0.234229	3.07644	3.73	4.10751
Rasa	3.82304	3.82304		0.156944	1	0.16703	3.45541	3.93	4.19067
Tekstur	4.24083	4.24083		0.460917	1	0.490537	3.16117	4.57	5.3205

Gambar 31. Hasil Verifikasi Formulasi Optimal Produk

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*). Respon yang diuji memenuhi 95% PI yang diprediksi oleh program, sehingga model dinyatakan valid untuk memprediksi karakteristik produk pada formuasi optimal. Dengan terverifikasinya seluruh respon, formula optimal dengan komposisi jantung pisang 30,21% dan tepung kedelai 14,15% dinyatakan sebagai formulasi terpilih yang layak dikembangkan lebih lanjut sebagai produk bakso analog dengan pemanfaatan bahan nabati.



Gambar 32. Produk Bakso Analog Berbahan
Jantung Pisang dan tepung Kedelai

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapatkan adalah:

1. *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* dapat menentukan formula optimal pada produk bakso analog berbahan dasar jantung pisang dan tepung kedelai.
2. Formulasi kombinasi jantung pisang dan tepung kedelai terbukti berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar serat kasar, kadar protein, kadar lemak, kadar air, kadar abu, kadar karbohidrat serta sifat sensori warna, rasa dan tekstur bakso analog. Jantung pisang berperan dominan dalam meningkatkan kadar serat kasar, kadar air, warna dan tekstur. Sedangkan tepung kedelai lebih berpengaruh meningkatkan kadar protein, kadar lemak, kadar abu, kadar karbohidrat dan rasa.
3. Didapatkan formula terpilih untuk produk bakso analog jantung pisang dan tepung kedelai dengan presentase jantung pisang 30,21% dan tepung kedelai 14,15% dengan nilai *desirability* 0,627. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa seluruh hasil analisis respon kimia dan respon organoleptik berada dalam rentang PI (*Prediction Interval*) sehingga model dinyatakan valid.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan kajian terkait perlakuan pendahuluan terhadap jantung pisang agar meminimalisir hilangnya kandungan serat kasar pada jantung pisang, mengingat pada penelitian ini kadar serat kasar yang terkandung rendah.
2. Perlu dilakukan analisis kadar serat kasar pada perlakuan pendahuluan terhadap jantung pisang agar diketahui seberapa banyak penyusutan serat kasar pada produk akhir.
3. Perlu dilakukan peningkatan takaran *essence* daging agar menutupi aroma langu yang kurang disukai oleh panelis dan lebih memberikan kesan bakso yang

beredar di pasaran, mengingat pada penelitian ini belum sepenuhnya mampu untuk menutupi karakteristik aroma dari bahan baku yang digunakan.

4. Perlu dilakukan uji umur simpan (*shelf life*) pada formulasi terpilih pada produk bakso analog untuk memastikan stabilitas produk selama masa penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, A. R., Widanti, Y. A., dan Karyantina, M. (2022). **Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Mochi Bit (*Beta vulgaris* L.) dengan Variasi Rasio Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Tepung Ketan**. JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI), 7(1), 40–48.
- Angraeni, L., Triandita, N., Rasyid, M. I., & Yuliani, H. (2020). **Pengolahan Abon Jantung Pisang Sebagai Upaya Diversifikasi Pangan Bagi Masyarakat Di Desa Seuneubok Aceh Barat**. Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat, 4(2).
- Anindyajati, M. P., Dwiloka, B., & Al-Baarri, A. N. (2022). **Kekenyalan, Kadar Lemak, Kadar Protein Dan Mutu Hedonik Bakso Daging Kalkun (*Meleagris Gallopavo*) Berdasarkan Potongan Komersial Karkas**. Jurnal Teknologi Pangan, 6(2), 42–48.
- Astawan Made. (2009). **Sehat Dengan Hidangan Kacang Dan Biji-Bijian**. Penerbit Swadaya. Jakarta
- Astija, & Djaswintari. (2020). **Analisis Kandungan Lemak Pada Abon Yang Dibuat Dari Jantung Pisang (*Musa Paradisiaca*) Dan Ikan Sidat (*Anguilla Marmorata*)**. *Journal of Nutrition College*, 9(4), 2337–6236.
- Badan Statistik Nasional. (2025). **Peternakan dalam Angka**.
- Bas, D., & Boyaci, I. H. (2007). ***Modeling and optimization I: Usability of response surface methodology***. *Journal of Food Engineering*, 78(3), 836–845.
- Bernadetha Eden Krisdita, Nuraini, V., & Suhartatik, N. (2023). **Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Bakso Analog Berbahan Dasar Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dan Kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*)**. *Food Scientia: Journal of Food Science and Technology*, 3(2), 125–145.
- Cahya Buana, R., Iswoyo, & Sudjatinah. (2019). **Pengaruh Perbedaan Formulasi Bakso Daging Analog Berbahan Dasar Kacang Merah Dan Jantung Pisang Terhadap Sifat Fisik, Kimia, Dan Organoleptik**. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian.

- Chaiwongsa, K., Charoenvitayavorakul, N., Pakasap, C., & Khuenpet, K. (2021). *Effect Of Banana Blossom Substitution On Quality Characteristic Of Plant-Based Shiitake Mushroom Balls*. *Asia Pacific Journal of Science and Technology*, 26(3), 1–10.
- Christian, A., Hartono, D., & Kurniawati, E. (2025). **Pengaruh Substitusi Jamur Champignon Dan Tepung Kedelai Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Dalam Pembuatan Bakso Analog**. *JOFE : Journal of Food Engineering | E-ISSN*, 4(1), 42–48.
- Christine, F., Mamuaja, M., & Aida, Y. (2014). **Karakteristik Gizi Abon Jantung Pisang (*Musa p.*) Dengan Penambahan Ikan Layang (*Decapterus sp.*)**. *Jurnal Ilmu Teknologi Pangan*, 2(2).
- Damayanti D, Sari IP, Sulaiman TNS, Bestari AN, Setiawan IM. (2018). *The Formulation of Pacing (*Costus speciosus*) Extract Tablet by Using Avicel Ph 200 As Filler-Binder and Amylum As Disintegration Agent*. *Indonesia J Pharm*. 29(1).
- Farhana. (2013). **Pemanfaatan Jantung Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca*) Tepung Kedelai dan Tepung Tapioka Sebagai Bahan Tambahan pada Bakso Daging Sapi** [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta].
- Harahap, S., & Nasution, S. F. (2025). **Inovasi Teh Herbal dari Jantung Pisang Terhadap Peningkatan Kadar Interleukin-1 dan Interleukin-2 Sebagai Imunomodulator Pencegah Kanker**. *JURNAL FARMASIMED (JFM)*, 8(1), 236–242.
- Hardiyanti, & Khairun Nisah. (2019). **Analisis Kadar Serat Pada Bakso Bekatul Dengan Metode Gravimetri**. *AMINA*, 1(3).
- Hariyanto, I., Aprilia, D., Ruhiya, F., & Rohmayanti, T. (2025). **Peran Senyawa Bioaktif Kedelai dalam Pangan Fungsional dan Kesehatan**. *Karimah Tauhid*, 4(6).
- Herawati, N., Gultom, P. M., & Riftyan, E. (2024). **Formulasi Bakso Nabati Tepung Kacang Merah dan Jamur Tiram Putih terhadap Sifat Kimia dan Sensoris**. *Jurnal Agroindustri Halal*, 10(3).
- Hidayat, I. R., Zuhrotun, A., & Sopyan, I. (2020). *Design-Expert Software sebagai Alat Optimasi Formulasi Sediaan Farmasi*. *Majalah Farmasetika*, 6(1). <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i1.27842>

- Hilali, M. T., Iqbal, M., Fahmi, N., Ramadhan, M. J., Zahrah, N. A., Kharomah, S., Choirunisa', N., Sulistyowati, I., Zubaidah, S. (2025). **Inovasi Daging dari Jantung Pisang untuk Mendukung Katering Bagi Kaum Vegan**. Jurnal Medika: Medika, 4(4), 1470–1476.
- Hutami, M., Wulan, K., & Rinawati, W. (2018). **Pemanfaatan Kacang Kedelai sebagai Daging Analog dalam Pembuatan Bistik Jawa**. Prosiding PTBB 2018, 13(1).
- Khoirunisa, H., Nasrullah, N., & Maryusman, T. (2019). **Karakteristik Sensoris dan Kandungan Serat Biskuit dari Jantung Pisang (*Musa paradisiaca*) Sebagai Makanan Selingan Anak Obesitas**. Jurnal Teknologi Pangan Kesehatasn, 1(2), 93–100.
- Kole, H., Tuapattinaya, P., & Watuguly, T. (2020). **Ambon-Maluku Analisis Kadar Karbohidrat Dan Lemak Pada Tempe Berbahan Dasar Biji Lamun (*Enhalus acoroides*)**. BIOPENDIX, (2).
- Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K., & van der Goot, A. J. (2021). **Functionality Of Ingredients And Additives In Plant-Based Meat Analogues**. In *Foods (Vol. 10, Number 3)*. MDPI AG.
- Legowo, A. M., Nurwantoro, dan Sutaryo. 2005. **Analisis Pangan**. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Lisanti, E., Puspitaningrum, R., Tresnawati, N. E., & Arwin. (2021). **Inovasi Aneka Pangan Bergizi Tinggi Dari Bahan Kedelai Iradiasi Gamasugen Untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Rawamangun Jakarta Timur**. Sarwahita : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 18(1), 84–92.
- Maulina Putri, B., & Nofia, Y. (2020). **Minuman Berbahan Dasar Kedelai Sebagai Antihipertensi**. *Nutrire Diaita*, 12(1), 29–35.
- Mentari, R., Anandito, R. B. K., & Basito. (2016). **Formulasi Daging Analog Berbentuk Bakso Berbahan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*) dan Kacang Kedelai (*Glycine max*)**. Jurnal Teknosains Pangan, 5(3).
- Milasari, M., Nuraini, N., & Hafid, H. (2021). **Pengaruh Penambahan Jantung Pisang Kepok dan Tepung Sagu Terhadap Kualitas Fisik, Organoleptik dan Kimia Bakso**. Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo, 3(2).
- Muhammad Ismail, A., Eka Putra, D., M. (2017). **Inovasi Pembuatan Abon Ikan Cakalang Dengan Penambahan Jantung Pisang**. *AGRITECH*, 19, 45–54.

- Muhammad, S. S., Tambunan, D. A., & Siregar, S. N. (2022). **Studi Pembuatan Daging Tiruan Dari Jantung Pisang (*Musa Acuminata balbisiana Colla*)**. *AGRITECH*, 24(1), 1411–1063.
- Munadjim. (2009). **Teknologi Pengolahan Pisang**. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. 336-341.
- Mustika, A., Ali, A., Dewi Fortuna Ayu, D. (2018). **Evaluasi Mutu Sosis Analog Jantung Pisang Dan Tempe**. Sagu 17(1), 1–9.
- Nenohai, J. A., Rosyida, I., Agustina, N. I., Utomo, Y., & Sumari, S. (2024). **Diversifikasi produk pangan berbasis sumber daya lokal jantung pisang kepok (*Musa paradisiaca*) melalui karakteristik fisikokimia**. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 18(1), 172–181.
- Nidia, G. (2020). **Pengaruh Substitusi Tepung Kedelai (*Glycine Max (L.) Merrill*) Terhadap Mutu Organoleptik dan Kadar Zat Gizi Makro Brownies Sebagai Alternatif Snack Bagi Anak Penderita Kurang Energi Protein**. *Jurnal Ilmu Gizi Indonesia (JIGZI)* ISSN, 1(1).
- Novitasari, A., Ambarwati, A. M. S., Lusia, A. W., Purnamasari, D., Hapsari, E., & Devi Ardiyani, N. (2013). **Inovasi Dari Jantung Pisang (*Musa spp.*)**. *Jurnal KesMaDaSka*.
- Nurhayati. 2016. **Buku Ajar Teknologi Pengolahan Komoditas Perkebunan Hulu Rempah**. *Digital Repository* Universitas Jember: Jurnal Repository Unej.
- Nurrahman. 2015. **Evaluasi Komposisi Zat Gizi dan Senyawa Antioksidan Kedelai Hitam dan Kedelai Kuning**. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. Vol. 4 No.3. Hal.89-93.
- Permatasari, I., Tiana, T. F., & Nurhalimah, S. (2024). **Karakteristik Kimia dan Sensori Bakso Analog Berbahan Dasar Jamur Tiram dengan Penambahan Tepung Kacang Bogor**. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 6(1), 39–50.
- Pradana, E. 2012. **Evaluasi mutu bakso jantung pisang dan ikan patin sebagai makanan kaya serat**. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Riau. Pekanbaru
- Putro Dan Rosita. 2006 dalam Safitri, A. R. 2019. **Studi Pemanfaatan Jantung Pisang Kepok Dalam Pembuatan Nugget Ikan Patin**. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung

- Rachmawanti, dkk. (2021). **Aroma Langu pada Tepung Tempe Akibat Aktivitas Enzim Lipoksigenase**. *Jurnal Ilmu Gizi: Journal of Nutrition Science*, 11(2).
- Rahmawati, L., Asmawato, & Saputrayadi, A. (2020). **Inovasi Pembuatan Cookies Kaya Gizi Dengan Proporsi Tepung Bekatul dan Tepung Kedelai**. *Jurnal AGROTEK*, 7(1).
- Rivan, A., Dzikri, M., Ekawati, F., Hidayat, T., Kesehatan, P., & Kuningan, K. (2024). **Optimasi Formula Abon Ikan Cakalang Komposit Jantung Pisang Menggunakan Aplikasi Design Expert Metode Mixture D Optimal**. *JOURNAL OF THERAPEUTIC*, 1(2).
- Rizzo, G., & Baroni, L. (2018). *Soy, Soy Foods And Their Role In Vegetarian Diets*. *Nutrients*, 10(1), 43.
- Safiudin, A. (2020). **Formulasi Bakso Analog Berbahan Dasar Jamur Tiram Dan Tepung Kedelai Terhadap Sifat Fisik, Kimia Dan Organoleptik** [Skripsi, Universitas Semarang].
- Sidup, D. A., Fadhillah, R., Swamilaksita, P. D., Sa'pang, M., & Angkasa, D. (2022). **Pembuatan Dendeng Analog Dengan Penambahan Tepung Tempe Kedelai Hitam Sebagai Olahan Pangan Tinggi Protein**. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 12(1).
- Simanullang, I. R., Susanti, L., & Hidayat, L. (2021). **Pengaruh Konsentrasi Jantung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Terhadap Sifat Fisik, Kimia Dan Organoleptik Nugget Ikan Nila**. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 10(1), 225–236.
- Sipahutar YH, Ma'roef AFF, Febrianti AA, Nur C, Savitri N, Utami SP. 2021. **Karakteristik Sosis Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Tepung Rumput Laut (*Gracilaria sp*)**. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 15(1): 69–84.
- Smith, A., Liline, S., Sahetapy, S. (2023). **Analisis Kadar Abu Pada Salak Merah (*Salacca edulis*) di Desa Riring dan Desa Buria Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku**. *Jurnal Biologi Pendidikan dan Terapan*, 10(1), 51-57.
- Soekarto. (2002). **Penilaian Organoleptik. Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**. Bhratara Karya Aksara.
- Standar Nasional Indonesia. (2014). **Syarat Mutu Bakso**. Badan Standarisasi Nasional

- Sulaiman, I., dan Santi N. 2023. **Teknologi Pengolahan Talas dan Aplikasinya. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press**
- Sulistiyati, T. D., Suprayitno¹, E., & Anggita, D. T. (2017). **Substitusi Jantung Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca*) sebagai Sumber Serat Terhadap Karakteristik Organoleptik Dendeng Giling Ikan Gabus (*Ophiocephalus Striatus*)**. Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan, 9(2), 2085–5842.
- Supriyatin, T., Damayanti, F., & Arfa, A. N. (2022). **Kreasi Olahan Nugget Dari Jantung Pisang Sebagai Alternatif Cemilan Sehat**. Jurnal Pengabdian Masyarakat Biologi Dan Sains, 1(1), 1–9.
- Syafii, F., Fajriana, H., Yani, A., & Patricia, V. (2023). **Potential of Analog Meatballs Made from Tempeh and Seaweed as An Alternative Food for Hypertension Patients**. *Journal of Noncommunicable Diseases Prevention and Control*, 1(2), 32–39.
- Tarigan MPS. 2020. **Analisis Mutu Fisik Nugget dengan Variasi Formula Tempe dan Bayam Hijau** [skripsi]. Medan: Poltekkes Medan.
- Tria Agustin, A., Abbas Zaini, M., & Handito, D. (2020). **Pengaruh Metode Dan Suhu Blanching Terhadap Persenyawaan Serat Batang Pisang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Ares**. Jurnal Ilmu Teknologi Pangan, 6(1).
- U.S Departemen Of Agriculture. (2023). **Food Data Central**. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174032/nutrients>. (12.57 WIB 20 April 2026).
- Vinola, A., Mopangga, C., Limonu, M., & Antuli, Z. (2021). **Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Bakso Ikan Jelawat (*Leptobarbus hoevenii*) Yang Disubstitusi Dengan Jantung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca ormatypica*)**. Jambura Journal of Food Technology, 3.
- Wibowo, S. 2013. **Pembuatan Bakso Ikan dan Bakso Jantung Pisang**. Penebar Swadaya, Jakarta
- Winarno, FG. dan A. Rahman. 2008. **Pengantar Teknologi Pangan**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Serat Kasar Metode Gravimetri

Sumber: (Hardiyanti & Khairun Nisah, 2019)

Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL kemudian ditambahkan 100 mL H₂SO₄ 0,3 N dan didihkan selama kurang lebih 30 menit. Tambahkan lagi 50 mL NaOH 1,25 N dan didihkan selama 30 menit. Dalam keadaan panas, sampel disaring menggunakan kertas saring. Setelah itu diketahui bobot keringnya. Kertas saring yang digunakan dicucui berturut-turut dengan air panas, 25 mL H₂SO₄ dan etanol 95%. Selanjutnya dikeringkan di dalam oven pada suhu 100-110°C hingga bobotnya konstan. Kertas saring didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar serat kasar dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{(\text{Bobot Kertas} + \text{Serat}) - \text{Bobot Kertas Konstan (g)}}{\text{Berat Sampel (g)}} \times 100$$

Lampiran 2. Analisis Kadar Protein Metode *Kjeldahl*

Sumber: (SNI, 2014)

Timbang secara teliti 1-2 gram sampel ke dalam labu *Kjeldahl*, tambahkan 2 katalis tablet atau 1 gram campuran katalis selen, 8-10 batu didih dan 25 mL H_2SO_4 pekat. Panaskan campuran dalam pemanas listrik sampai mendidih dan larutan menjadi jernih kehijau-hijauan. Lakukan dalam lemari asam atau lengkapi alat destruksi dengan unit pengisapan asap. Biarkan dingin kemudian encerkan dengan air suling secukupnya. Penyulingan dilakkan selama 5-10 menit atau hingga larutan destilat dirasa sudah mencapai 150 mL, dengan penampung destilat adalah 50 mL dan H_3BO_3 4%. Bilas ujung pendingin dengan air suling. Kadar protein dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$N (\%) = \frac{(V_b - V_s) \times N \times 14,008 \times FP}{W \times 1000} \times 100$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \%N \times FK$$

Keterangan:

V_b : volume titrasi blanko (mL)

V_s : volume titrasi sampel (mL)

N: normalitas larutan NaOH (N)

W: bobot sampel (g)

14,008: bobot atom N

FK: faktor protein daging atau campuran (6,25)

Lampiran 3. Analisis Kadar Lemak Metode Soxhlet

Sumber: (SNI, 2014)

1. Hidrolisis

Timbang 2 gram sampel yang telah dipersiapkan dengan teliti ke dalam gelas piala 300 mL atau 500 mL. tambahkan 45 mL akuades mendidih dengan perlahan sambil diaduk hingga homogen. Tambahkan 55 mL HCl 8 M (30 mL HCl ditambah 20 mL air) dan beberapa butie batu didih. Tutup gelas piala tersebut denga kaca arloji lalu didihkan perlahan-lahan selama 15 menit. Bilas kaca arloji dengan air suling dan masukkan air pembilas tersebut ke dalam gelas piala. Saring endapan menggunakan kertas saring bebas lemak. Bilas gelas piala 3 kali dengan air suling, lakukan pencucian hingga bebas klor yang dapat ditentukan dengan penambahan 1-3 tetes AgNO_3 0,1 M pada filtrat, jika tidak terdapat endapan putih maka bebas klor. Pindahkan kertas saring serta isinya ke dalam *thimble* ekstraksi atau selongsong kertas saring bebas lemak dan keringkan 6 jam pada suhu 100-101°C.

2. Ekstraksi

Keringkan labu lemak yang berisi beberapa butir batu didih selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator dan timbang (W_0), sambungkan dengan alat ekstraksi *soxhlet*. Masukkan *thimble* ekstraksi atau selongsong kertas saring ke dalam *soxhlet*, bilas piala yan digunakan untuk hidrolisis, tuangkan petroleum eter sebanyak 2/3 kapasitas labu di atas penangas. Ekstrak selama 4 jam denga kecepatan ekstraksi lebih dari 30 kali. Keringkan labu lemak beserta lemak di dala oven pada suhu 100-101°C selama 1,5 jam. Dinginkan dalam desikator dan timbang (W_1). ulangi

pengeringan hingga perbedaan penimbangan bobot lemak yang dilakukan berturut-turut kurang dari 0,05%. kadar lemak dapat dihitung dengan:

$$kadar\ lemak\ (\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W_0 : bobot sampel (g)

W_1 : bobot labu lemak kosong

W_2 : bobot labu lemak kosong dan lemak

Lampiran 4. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri

Sumber: (SNI, 2014)

Panaskan cawan porselin beserta tutupnya dalam oven pada suhu 125°C selama 1 jam, kemudian dinginkan dalam desikator selama 20 menit dan timbang dengan neraca analitik (W_0). Masukkan 2 gram sampel ke dalam cawan lalu timbang (W_1). Panaskan cawan yang berisi sampel tersebut di dalam oven pada suhu 125°C selama 2-4 jam dengan keadaan terbuka. Tutup cawan Ketika masih berada dalam oven pindahkan ke dalam desikator dan dinginkan selama 30 menit hingga suhu ruang. Timbang hingga diperoleh bobot konstan (W_2). Kadar air dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$kadar\ air\ (\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W_0 : berat cawan kosong (g)

W_1 : berat cawan kosong + sampel sebelum dikeringkan (g)

W_2 : berat cawan kosong + sampel setelah dikeringkan (g)

Lampiran 5. Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri

Sumber: (SNI, 2014)

Panaskan cawan dalam tanur pada suhu 550°C selama satu jam dan dinginkan dalam desikator sampai suhu ruang lalu timbang dengan neraca analitik (W_0). Masukkan 1 gram sampel ke dalam cawan dan timbang (W_1). Letakkan cawan yang berisi sampel tersebut pada pemanas Listrik hingga menjadi arang, kemudian letakkan dalam tanur pada suhu 550°C sampai terbentuk abu berwarna putih dan diperoleh bobot tetap. Pindahkan segera ke dalam desikator sampai suhunya mencapai suhu ruang kemudian timbang (W_2). Kadar abu dapat dihitung dengan menggunakan rumus;

$$kadar\ abu\ (\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W_0 : Bobot sampel (g)

W_1 : berat cawan kosong (g)

W_2 : berat cawan kosong + sampel (g)

Lampiran 6. Analisis Kadar Karbohidrat Metode *By Difference*

Sumber: (Kole et al., 2020)

Analisis kadar karbohidrat dihitung dengan cara perhitungan kasar.

Karbohidrat dapat diketahui melalui formulai sebagai berikut:

$$\text{kadar karbohidrat (\%)} = 100\% - \% (\text{protein} + \text{lemak} + \text{air} + \text{abu})$$

Lampiran 8. Rincian Anggaran Biaya Penelitian

Tabel 42. Kebutuhan Biaya Bahan Penelitian

Bahan	Total Bahan (g)	Harga Bahan (Rp)	Total Harga (Rp)
Jantung Pisang	1106	10.000 /pcs	30.000
Tepung Kedelai	714	25.500/ 500 g	51.000
Tepung Tapioka	780	16.000/ kg	16.000
Garam	78	4.000/ 250 g	4.000
Gula	13	7.500/500 g	7.500
Bawang Merah	78	20.000/ 250 g	10.000
Bawang Putih	13	1.500/ 6 g	4.500
Merica	6,5	5.000/12 g	5.000
Penyedap Kaldu	13	700/ 8,5 g	1.400
Air	1300 mL	5.500/ 1500 mL	5.500
Total			134.900

Tabel 43. Kebutuhan Biaya Analisis

Analisis	Jumlah Sampel	Harga (Rp)	Total harga (Rp)
Kadar Serat	13	20.000	260.000
Kadar Protein	13	55.000	715.000
Kadar Lemak	13	35.000	455.000
Kadar Air	13	2.500	32.500
Kadar Abu	13	11.000	143.000
Total			1.605.500

Lampiran 9. Rancangan Formula Untuk Pembuatan Bakso Analog

Tabel 44. Formulasi Bakso Analog Jantung Pisang dan Tepung Kedelai

F	Jantung Pisang		Tepung Kedelai		Total	
	%	g	%	g	%	g
1	22.18	70	22.18	70	44.36	315.15
2	31.69	100	12.67	40	44.36	315.15
3	26.93	85	17.43	55	44.36	315.15
4	29.31	93	15.05	47	44.36	315.15
5	22.18	70	22.18	70	44.36	315.15
6	26.93	85	17.43	55	44.36	315.15
7	31.69	100	12.67	40	44.36	315.15
8	22.18	70	22.18	70	44.36	315.15
9	31.69	100	12.67	40	44.36	315.15
10	31.69	100	12.67	40	44.36	315.15
11	24.56	78	19.80	62	44.36	315.15
12	22.18	70	22.18	70	44.36	315.15
13	26.93	85	17.43	55	44.36	315.15
Total	1106 g		714 gr		4.096,95 g	

Lampiran 10. Perhitungan Analisis Kadar Serat Kasar

Contoh perhitungan formula 1:

Diketahui:

Bobot Kertas + Serat : 1,067 g

Bobot Kertas Konstan : 1,046 g

Bobot Sampel : 1,039 g

Ditanyakan:

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{(\text{Bobot Kertas + Serat}) - \text{Bobot Kertas Konstan (g)}}{\text{Berat Sampel (g)}} \times 100$$

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar serat kasar (\%)} &= \frac{1,067 - 1,046}{1,039} \times 100 \\ &= 2,02\% \end{aligned}$$

Tabel 45. Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Serat Kasar

Formula	Bobot Kertas + Sampel	Bobot Kertas Konstan	Bobot Sampel	% Serat Kasar
1	1,067	1,046	1,039	2,02
2	1,062	1,002	1,016	2,95
3	1,001	0,979	0,972	2,14
4	1,042	1,016	1,038	2,51
5	1,017	1,005	1,004	1,2
6	1,049	1,036	1,038	1,25
7	1,044	1,017	1,035	2,61
8	1,000	0,989	1,007	1,09
9	1,057	1,029	1,042	2,69
10	1,044	1,017	1,029	2,62
11	1,027	1,005	1,020	2,16
12	1,013	1,001	1,001	1,19
13	1,031	1,016	1,017	1,48

Lampiran 11. Perhitungan Analisis Kadar Protein

Contoh perhitungan formula 1:

Diketahui:

N NaOH	: 0,0973 N
W Sampel	: 2,010
Faktor Pengenceran	: $100/10 = 10$
Vol Titration Blanko	: 25,80 mL
Vol Titration Sampel	: 23,00 mL
Ar. Nitrogen	: 14,008

Ditanyakan:

$$N (\%) = \frac{(V_b - V_s) \times N_{NaOH} \times FP \times BE \times N}{W_s \times 1000} \times 100$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \%N \times FK$$

Jawab:

$$N (\%) = \frac{(25,80 - 23,00) \times 0,0973 \times 10 \times 14,008}{2,010 \times 1000} \times 100$$

$$= 1,90\%$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = 1,90 \times 6,25$$

$$= 11,88\%$$

Tabel 46. Hasil Analisis Respon Kimia Kadar Protein

Formula	W Sampel	Vol. Sampel	% Protein
1	2,010	23,00	11,88
2	2,016	23,70	8,88
3	2,008	23,90	10,19
4	2,035	23,10	11,31
5	2,006	23,00	11,89
6	2,014	23,90	8,45
7	2,010	23,90	8,06
8	2,027	22,90	12,19
9	2,007	23,90	8,06
10	2,039	23,50	9,63
11	2,035	23,50	9,63
12	2,000	23,20	11,09
13	2,017	23,30	10,56

Lampiran 12. Perhitungan Analisis Kadar Lemak

Contoh perhitungan formula 1:

Diketahui:

W Labu Kosong (W_1) : 127,421 g

W Labu + Lemak (W_2) : 127,539 g

W sampel (W) : 3,016 g

Ditanyakan:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \text{kadar lemak (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100\%$$

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar lemak (\%)} &= \frac{127,539 - 127,421}{3,016} \times 100 \\ &= 3,45\% \end{aligned}$$

Tabel 47. Analisis Respon Kimia Kadar Lemak

Formula	W	W ₁	W ₂	% Lemak
1	3,016	127,421	127,539	3,45
2	3,013	140,142	140,218	2,52
3	3,004	140,147	140,221	2,46
4	3,023	140,229	140,316	2,87
5	3,004	151,245	151,342	3,23
6	3,013	140,138	140,217	2,62
7	3,011	127,405	127,478	2,42
8	3,018	151,274	151,370	3,18
9	3,013	151,276	151,346	2,32
10	3,000	127,210	127,284	2,47
11	3,013	108,583	108,684	3,35
12	3,019	127,421	127,539	3,91
13	3,005	108,845	108,752	3,09

Lampiran 13. Perhitungan Analisis Kadar Air

Contoh perhitungan formula 1:

Diketahui:

W Cawan Kosong (W_0) : 20,326 g
 W Berat Cawan Kosong + Sampel Sebelum Kering (W_1) : 22,365 g
 W Cawan Kosong + Sampel Kering (W_2) : 21,464 g

Ditanyakan:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar air (\%)} &= \frac{22,365 - 21,464}{22,365 - 20,326} \times 100\% \\ &= 44,19\% \end{aligned}$$

Tabel 48. Hasil Analisis Respon Kadar Air

Formula	W_0	W_1	W_2	% Air
1	20,326	22,365	21,464	44,19
2	23,832	25,846	24,641	59,83
3	23,206	25,209	24,106	55,07
4	20,087	22,134	21,067	52,12
5	23,063	25,093	24,226	42,71
6	23,920	25,928	24,949	48,75
7	20,797	22,815	21,793	50,64
8	23,207	25,243	24,311	45,78
9	19,688	21,698	20,552	57,01
10	22,369	24,427	23,401	49,85
11	23,920	25,928	24,962	48,11
12	23,830	25,860	24,039	45,37
13	23,919	25,940	24,956	48,69

Lampiran 14. Perhitungan Analisis Kadar Abu

Contoh perhitungan formula 1:

Diketahui:

W Sampel (W_0) : 1,046 g
 W Berat Cawan Kosong (W_1) : 25,945 g
 W Cawan Kosong + Sampel (W_2) : 26,050 g

Ditanyakan:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu (\%)} &= \frac{25,973 - 25,945}{1,046} \times 100\% \\ &= 2,68\% \end{aligned}$$

Tabel 49. Hasil Analisis Respon Kimia Abu

Formula	W_0	W_1	W_2	% Abu
1	1,046	25,945	25,973	2,68
2	1,013	26,630	26,647	0,99
3	1,019	26,013	26,036	2,26
4	1,010	25,934	25,948	1,39
5	1,000	25,834	25,865	3,10
6	1,045	26,497	26,523	2,49
7	1,083	26,034	26,050	1,48
8	1,059	26,115	26,147	3,02
9	1,025	26,475	26,498	2,24
10	1,033	26,102	26,125	2,22
11	1,039	17,963	27,992	2,79
12	1,020	26,119	26,150	3,04
13	1,021	25,819	25,847	2,74

Lampiran 15. Perhitungan Analisis Kadar Karbohidrat

Contoh perhitungan formula 1:

Diketahui:

% Protein : 11,88%

% Lemak : 3,45%

% Air : 44,19%

% Abu : 2,68%

Ditanyakan:

Kadar karbohidrat (%) = $100\% - \% (protein + lemak + air + abu)$

Jawab:

Kadar karbohidrat (%) = $100\% - \% (11,88 + 3,45 + 44,19 + 2,68)$
 = 37,8%

Tabel 50. Hasil Analisis Respon Kimia Abu

Formula	% Protein	% Lemak	% Air	% Abu	% Karbohidrat
1	11,88	3,45	44,19	2,68	37,80
2	8,88	2,52	59,83	0,99	27,78
3	10,19	2,46	55,07	2,26	40,21
4	11,31	2,87	52,12	1,39	32,22
5	11,89	3,23	42,71	3,10	39,07
6	8,45	2,62	48,75	2,49	37,69
7	8,06	2,42	50,64	1,48	37,40
8	12,19	3,18	45,78	3,02	35,83
9	8,06	2,32	57,01	2,24	30,37
10	9,63	2,47	49,85	2,22	35,83
11	9,63	3,35	48,11	2,79	36,12
12	11,09	3,91	45,37	3,04	36,59
13	10,56	3,09	48,69	2,74	34,92

Lampiran 16. Data Analisis Organoleptik

Tabel 51. Data Organoleptik Atribut Warna

PANELIS	KODE SAMPEL																									
	136		417		432		705		213		186		734		650		952		253		358		717		846	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	3	1,87	5	2,35	3	1,87	3	1,87	1	1,22	3	1,87	5	2,35	1	1,22	6	2,55	6	2,55	3	1,87	1	1,22	1	1,22
2	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55
3	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35
4	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12
5	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	2	1,58	5	2,35
6	5	2,35	6	2,55	5	2,35	6	2,55	4	2,12	5	2,35	6	2,55	5	2,35	6	2,55	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35
7	1	1,22	3	1,87	3	1,87	4	2,12	1	1,22	2	1,58	3	1,87	2	1,58	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
8	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87
9	3	1,87	6	2,55	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	6	2,55	5	2,35	5	2,35	6	2,55	4	2,12	3	1,87	3	1,87
10	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35
11	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12
12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	6	2,55	5	2,35
13	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55
14	3	1,87	6	2,55	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	2	1,58	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	2	1,58
15	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87
16	4	2,12	6	2,55	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,35
17	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	6	2,55	4	2,12	3	1,87	2	1,58	5	2,35
18	3	1,87	6	2,55	5	2,35	4	2,12	2	1,58	4	2,12	6	2,55	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	2	1,58	2	1,58
19	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,35	3	1,87	6	2,55	4	2,12	3	1,87	5	2,35	6	2,55
20	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	2	1,58	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	2	1,58	5	2,35	5	2,35
21	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	6	2,55	6	2,55	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35
22	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35
23	4	2,12	6	2,55	4	2,12	6	2,55	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35
24	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87
25	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	4	2,12	5	2,35	4	2,12	2	1,58	5	2,35
26	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
27	1	1,22	3	1,87	3	1,87	3	1,87	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	4	2,12	5	2,35	4	2,12	2	1,58	4	2,12
28	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35
29	1	1,22	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35
30	3	1,87	5	2,35	4	2,12	6	2,55	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35
JUMLAH	104,00	58,94	139,00	67,46	114,00	61,90	130,00	65,53	101,00	58,26	118,00	62,67	129,00	65,32	112,00	60,98	139,00	67,76	138,00	67,50	120,00	63,36	115,00	61,63	130,00	65,30
RATA-RATA	3,47	1,96	4,63	2,25	3,80	2,06	4,33	2,18	3,37	1,94	3,93	2,09	4,30	2,18	3,73	2,03	4,63	2,26	4,60	2,25	4,00	2,11	3,83	2,05	4,33	2,18

Tabel 52. Data Organoleptik Atribut Aroma

PANELIS	KODE SAMPEL																									
	136		417		432		705		213		186		734		650		952		253		358		717		846	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	6	2,55	5	2,35	6	2,55
2	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	6	2,55
3	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87
4	5	2,35	5	2,35	3	1,87	4	2,12	6	2,55	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	5	2,35	5	2,35	6	2,55	2	1,58
5	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	6	2,55	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12
6	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35
7	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12
8	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12
9	4	2,12	2	1,58	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87
10	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	2	1,58
11	5	2,35	4	2,12	3	1,87	2	1,58	2	1,58	3	1,87	2	1,58	4	2,12	3	1,87	2	1,58	2	1,58	3	1,87	2	1,58
12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	6	2,55	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
13	1	1,22	5	2,35	2	1,58	2	1,58	5	2,35	2	1,58	2	1,58	5	2,35	5	2,35	2	1,58	6	2,55	5	2,35	5	2,35
14	5	2,35	3	1,87	3	1,87	1	1,22	2	1,58	3	1,87	2	1,58	2	1,58	2	1,58	2	1,58	4	2,12	5	2,35	3	1,87
15	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87
16	3	1,87	4	2,12	2	1,58	1	1,22	2	1,58	1	1,22	2	1,58	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	2	1,58	4	2,12
17	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	5	2,35	3	1,87
18	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	5	2,35	2	1,58	3	1,87	6	2,55	3	1,87	2	1,58	3	1,87	5	2,35	5	2,35
19	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	5	2,35	3	1,87	3	1,87	2	1,58	6	2,55
20	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12
21	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	3	1,87
22	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35
23	3	1,87	3	1,87	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	2	1,58	2	1,58	5	2,35	2	1,58
24	5	2,35	2	1,58	3	1,87	5	2,35	4	2,12	2	1,58	2	1,58	4	2,12	3	1,87	2	1,58	4	2,12	5	2,35	4	2,12
25	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35
26	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12
27	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12
28	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87
29	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	6	2,55
30	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	2	1,58
JUMLAH	114,00	61,81	105,00	59,70	98,00	57,91	101,00	58,30	117,00	62,39	104,00	59,28	108,00	60,07	121,00	63,43	117,00	62,53	107,00	59,92	118,00	62,66	119,00	62,92	116,00	62,02
RATA-RATA	3,80	2,06	3,50	1,99	3,27	1,93	3,37	1,94	3,90	2,08	3,47	1,98	3,60	2,00	4,03	2,11	3,90	2,08	3,57	2,00	3,93	2,09	3,97	2,10	3,87	2,07

Tabel 53. Data Organoleptik Atribut Rasa

PANELIS	KODE SAMPEL																									
	136		417		432		705		213		186		734		650		952		253		358		717		846	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12
2	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87
3	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12
4	4	2,12	6	2,55	5	2,35	4	2,12	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	4	2,12	3	1,87	4	2,12	2	1,58	3	1,87
5	2	1,58	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	3	1,87	4	2,12
6	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	6	2,55	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87
7	2	1,58	3	1,87	2	1,58	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35
8	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	2	1,58	4	2,12	3	1,87
9	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58
10	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	2	1,58
11	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	2	1,58	3	1,87
12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	2	1,58	4	2,12
13	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35
14	2	1,58	6	2,55	4	2,12	2	1,58	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35
15	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	4	2,12	2	1,58	5	2,35
16	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35
17	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12
18	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	5	2,35	2	1,58	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12
19	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	2	1,58	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	2	1,58
20	5	2,35	6	2,55	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	2	1,58
21	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	2	1,58	3	1,87
22	1	1,22	3	1,87	1	1,22	4	2,12	2	1,58	1	1,22	4	2,12	3	1,87	2	1,58	1	1,22	1	1,22	3	1,87	3	1,87
23	2	1,58	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35
24	5	2,35	6	2,55	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12
25	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	2	1,58	3	1,87	3	1,87	2	1,58
26	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12
27	4	2,12	3	1,87	4	2,12	2	1,58	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35
28	3	1,87	2	1,58	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12
29	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87
30	2	1,58	5	2,35	4	2,12	2	1,58	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35
JUMLAH	107,00	59,88	124,00	64,15	118,00	62,74	105,00	59,74	110,00	60,92	108,00	60,17	117,00	62,48	112,00	61,40	116,00	62,39	113,00	61,48	111,00	61,09	104,00	59,30	110,00	60,73
RATA-RATA	3,57	2,00	4,13	2,14	3,93	2,09	3,50	1,99	3,67	2,03	3,60	2,01	3,90	2,08	3,73	2,05	3,87	2,08	3,77	2,05	3,70	2,04	3,47	1,98	3,67	2,02

Tabel 54. Data Organoleptik Atribut Tekstur

PANELIS	KODE SAMPEL																									
	136		417		432		705		213		186		734		650		952		253		358		717		846	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	1	1,22	6	2,55	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	1	1,22	6	2,55	3	1,87	3	1,87	1	1,22	1	1,22
2	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12	1	1,22	2	1,58	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	2	1,58	1	1,22	6	2,55
3	3	1,87	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,35	5	2,35	6	2,55	4	2,12	6	2,55	4	2,12	6	2,55
4	2	1,58	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	6	2,55	3	1,87	5	2,35	4	2,12	6	2,55	4	2,12	3	1,87
5	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	1	1,22	2	1,58	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	2	1,58	3	1,87	5	2,35
6	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87
7	3	1,87	6	2,55	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	2	1,58	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	4	2,12
8	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	5	2,35
9	2	1,58	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87
10	2	1,58	6	2,55	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	2	1,58
11	4	2,12	2	1,58	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	2	1,58	5	2,35
12	2	1,58	6	2,55	5	2,35	4	2,12	2	1,58	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	2	1,58	3	1,87	4	2,12
13	4	2,12	2	1,58	4	2,12	5	2,35	2	1,58	2	1,58	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	2	1,58	5	2,35
14	1	1,22	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	2	1,58	2	1,58	4	2,12	1	1,22	4	2,12	2	1,58
15	1	1,22	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	2	1,58	4	2,12
16	1	1,22	6	2,55	6	2,55	4	2,12	5	2,35	6	2,55	5	2,35	3	1,87	6	2,55	4	2,12	3	1,87	5	2,35	5	2,35
17	3	1,87	6	2,55	6	2,55	6	2,55	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	6	2,55	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87
18	2	1,58	6	2,55	6	2,55	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	3	1,87	6	2,55	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12
19	1	1,22	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	6	2,55	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87
20	1	1,22	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	3	1,87
21	1	1,22	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	1	1,22	5	2,35	2	1,58	2	1,58	1	1,22	1	1,22
22	2	1,58	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87
23	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	1	1,22	2	1,58	5	2,35	5	2,35	6	2,55	4	2,12	2	1,58	2	1,58	5	2,35
24	3	1,87	6	2,55	5	2,35	6	2,55	5	2,35	6	2,55	5	2,35	3	1,87	6	2,55	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12
25	3	1,87	6	2,55	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	2	1,58	3	1,87	3	1,87
26	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	1	1,22	2	1,58	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	2	1,58	3	1,87	5	2,35
27	2	1,58	6	2,55	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	2	1,58	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	4	2,12
28	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87
29	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12	1	1,22	2	1,58	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	2	1,58	1	1,22	6	2,55
30	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	1	1,22	2	1,58	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	2	1,58	2	1,58	5	2,35
JUMLAH	80,00	52,28	147,00	69,26	138,00	67,48	130,00	65,68	89,00	54,81	115,00	61,64	121,00	63,66	100,00	57,97	142,00	68,02	107,00	60,25	96,00	56,90	85,00	53,81	115,00	61,59
RATA-RATA	2,67	1,74	4,90	2,31	4,60	2,25	4,33	2,19	2,97	1,83	3,83	2,05	4,03	2,12	3,33	1,93	4,73	2,27	3,57	2,01	3,20	1,90	2,83	1,79	3,83	2,05

Lampiran 17. Verifikasi Formula Optimal

- Hasil Verifikasi Analisis Kadar Serat Kasar

Tabel 55. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Serat Kasar

	Bobot Kertas + Serat (g)	Bobot Keras Konstan (g)	Bobot Sampel (g)	% Serat Kasar
OPTIMAL	0,984	0,961	1,035	2,90

- Hasil Verifikasi Analisis Kadar Protein

Tabel 56. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Protein

	Berat Sampel (g)	Vol. sampel (mL)	% Protein
OPTIMAL	2,037	23,4	10,06

- Hasil Verifikasi Analisis Kadar Lemak

Tabel 57. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Lemak

	W₁ (g)	W_s (g)	W₂ (g)	% Lemak
OPTIMAL	127,276	3,001	127,340	2,13

- Hasil Verifikasi Analisis Kadar Air

Tabel 58. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Air

	W₀ (g)	W₁ (g)	W₂ (g)	% Air
OPTIMAL	31,087	33,089	32,060	56,39

- Hasil Verifikasi Analisis Kadar Abu

Tabel 59. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Abu

	W₀ (g)	W₁ (g)	W₂ (g)	% Abu
OPTIMAL	1,026	26,491	26,516	2,44

- Hasil Verifikasi Analisis Kadar Karbohidrat

Tabel 60. Hasil Verifikasi Analisis Kadar Karbohidrat

	% Protein	% Lemak	% Air	% Abu	% Karbohidrat
OPTIMAL	10,06	2,13	56,39	2,44	28,98

- Hasil Verifikasi Analisis Organoleptik

Tabel 61. Hasil Verifikasi Analisis Organoleptik

PANELIS	Warna		aroma		rasa		tekstur	
	187		187		187		187	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12
2	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35
3	3	1,87	6	2,55	4	2,12	6	2,55
4	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35
5	4	2,12	2	1,58	4	2,12	4	2,12
6	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12
7	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12
8	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35
9	4	2,12	5	2,35	5	2,35	6	2,55
10	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35
11	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35
12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35
13	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12
14	5	2,35	4	2,12	4	2,12	6	2,55
15	5	2,35	3	1,87	3	1,87	6	2,55
16	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35
17	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12
18	5	2,35	2	1,58	3	1,87	4	2,12
19	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12
20	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12
21	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12
22	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35
23	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12
24	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12
25	5	2,35	2	1,58	4	2,12	4	2,12
26	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
27	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12
28	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12
29	3	1,87	2	1,58	3	1,87	4	2,12
30	5	2,35	2	1,58	4	2,12	5	2,35
JUMLAH	128,00	65,30	112,00	61,18	118,00	62,95	137,00	0,00
RATA-RATA	4,27	2,18	3,73	2,04	3,93	2,10	4,57	2,25

Lampiran 18. Dokumentasi Pembuatan dan Analisis Produk Bakso Analog**Dokumentasi Pembuatan Jantung Pisang Lumat**

Dokumentasi Pembuatan Produk Bakso Analog



Analisis Kadar Serat Kasar Metode Gravimetri



Analisis Kadar Protein Metode Kjeldahl



Analisis Kadar Lemak Metode Soxhlet



Analisis Kadar Air Gravimetri



Analisis Kadar Abu Gravimetri



Analisis Organoleptik Uji Mutu Hedonik



Analisis Verifikasi Kadar Serat Kasar	Analisis Verifikasi Kadar Protein
	
Analisis Verifikasi Kadar Lemak	Analisis Verifikasi Kadar Air
	
Analisis Verifikasi Kadar Abu	Analisis Verifikasi Organoleptik
	