

**OPTIMASI FORMULA BUMBU RUJAK SERBUK METODE
FOAM MAT DRYING MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT*
*D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Salah satu Syarat Gelar
Sarjana Strata I di Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

Azizah Nurul Latifah

21.30.20.036



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

ABSTRAK

OPTIMASI FORMULA BUMBU RUJAK SERBUK METODE *FOAM MAT DRYING* MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT D-OPTIMAL*

Oleh

Azizah Nurul Latifah

213020036

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan formula yang optimal pada pembuatan Bumbu Rujak Serbuk yang ditentukan oleh program *Design Expert* metode *D-Optimal*.

Tahapan Penelitian yang dilakukan terdiri atas penelitian pendahuluan meliputi penentuan 3 formula dasar bumbu rujak yang kemudian dilakukan uji deskripsi untuk menentukan 1 formula terbaik dan penelitian utama melakukan penentuan formula menggunakan *Design Expert* metode *D-Optimal*. Respon yang diamati meliputi respon kimia (Analisis Kadar Air Metode Gravimetri dan Kadar Serat Kasar Metode Gravimetri), respon fisik (Daya Rehidrasi), respon organoleptik (Uji Hedonik) terhadap atribut warna, rasa, aroma, tekstur dan nilai rendemen.

Hasil penelitian formula produk bumbu rujak serbuk yang dihasilkan oleh program *Design Expert* terdiri dari 10 formula dan dilakukan pengujian optimasi sehingga didapatkan 1 formula optimal yaitu yang terdiri dari kombinasi Asam Jawa 6,8%, Bawang Putih 3,2%, Garam 5,2%, Pisang Batu 2,4%, Putih Telur 10%, Maltodekstrin 6%, Cabai Rawit 4,8%, Gula Merah 59,8% dan Kecombrang 2,8%. Nilai respon kimia F1 yaitu kadar air 4%, dan kadar Serat Kasar 4,30% serta hasil respon daya rehidrasi 150%, dan nilai rendemen 38,1%, sedangkan untuk respon organoleptik uji hedonik atribut warna sebesar 4,6, atribut aroma sebesar 4,30, atribut rasa sebesar 4,40 dan atribut tekstur sebesar 4,40. Formula optimal yang dihasilkan dari produk bumbu rujak serbuk yang dihasilkan oleh program *Design Expert* memiliki nilai *desirability* 0,805.

Kata Kunci : Bumbu Rujak Serbuk, *Design Expert D-Optimal*, Optimasi Formula

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF RUJAK SEASONING POWDER FORMULA USING FOAM MAT DRYING METHOD WITH DESIGN EXPERT D-OPTIMAL

By

Azizah Nurul Latifah

213020036

The objective of this research was to develop an optimal formula for rujak seasoning powder production using the Design Expert D-Optimal method.

The research was conducted in two stages: preliminary research involving the determination of three basic rujak seasoning formulas followed by descriptive testing to select the best formula, and main research involving formula optimization using the Design Expert D-Optimal method. The responses evaluated included chemical parameters (water content and crude fiber content using gravimetric methods), physical parameters (rehydration capacity), organoleptic parameters (hedonic test for color, taste, aroma, and texture attributes), and yield value.

The Design Expert program generated ten formulas for rujak seasoning powder, from which optimization testing identified one optimal formula consisting of: tamarind 6.8%, garlic 3.2%, salt 5.2%, stone banana 2.4%, egg white 10%, maltodextrin 6%, bird's eye chili 4.8%, palm sugar 59.8%, and kecombrang 2.8%. Formula F1 exhibited a water content of 4%, crude fiber content of 4.30%, rehydration capacity of 150%, and yield value of 38.1%. The organoleptic evaluation using hedonic testing showed scores of 4.6 for color, 4.30 for aroma, 4.40 for taste, and 4.40 for texture. The optimal formula achieved a desirability value of 0.805.

Keywords: *Rujak Seasoning Powder, Design Expert D-Optimal, Formula Optimization*

**OPTIMASI FORMULA BUMBU RUJAK SERBUK METODE
FOAM MAT DRYING MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT*
*D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Salah satu Syarat Gelar
Sarjana Strata I di Program Studi Teknologi Pangan*

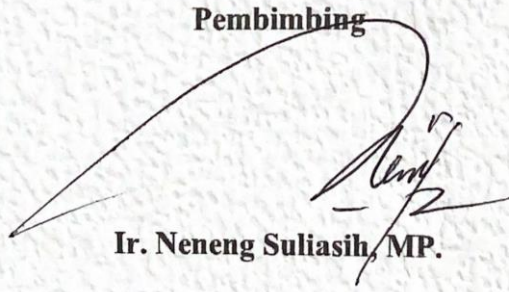
Oleh :

Azizah Nurul Latifah

21.30.20.036

Menyetujui :

Pembimbing



Ir. Neneng Suliasih, MP.

**OPTIMASI FORMULA BUMBU RUJAK SERBUK METODE
FOAM MAT DRYING MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT*
*D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Salah satu Syarat Gelar
Sarjana Strata I di Program Studi Teknologi Pangan*

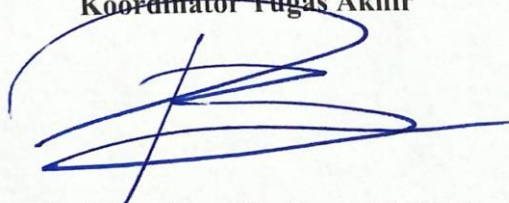
Oleh :

Azizah Nurul Latifah

21.30.20.036

Menyetujui :

Koordinator Tugas Akhir



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

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Fakultas dan Universitas, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Pasundan. Referensi 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 di tulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut:

Latifah, N. A, Suliasih, N., Inayah, I., dan Risdianto, D. (2025). Optimasi Formula Bumbu Rujak Serbuk Metode *Foam Mat Drying* Menggunakan *Design Expert D-Optimal*. Tugas Akhir Program Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

dan dalam bahasa Inggris sebagai berikut:

Latifah, N. A, Suliasih, N., Inayah, I., and Risdianto, D. (2025). *Optimization of Rujak Seasoning Powder Formula Using Foam Mat Drying Method with Design Expert D-Optimal*

Segala bentuk publikasi baik dari sebagian maupun keseluruhan isi dari Tugas Akhir ini, hanya diperbolehkan dengan izin tertulis dari Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis diberikan kesehatan dan kemampuan serta kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan Judul **“Optimasi Formula Bumbu Rujak Serbuk Metode *Foam Mat Drying* Menggunakan *Design Expert D-Optimal*”**

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan doa, serta masukan dari berbagai pihak penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan selesai pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Ir. Neneng Suliasih, MP. Selaku pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menuliskan Tugas Akhir.
2. Dr. Istiyati Inayah, S.Si., M.Si selaku dosen penguji I yang telah memberikan saran membangun bagi penulis.
3. Dr. Ir. Dian Risdianto, M.T. selaku dosen penguji II yang telah memberikan saran membangun bagi penulis.
4. Rizal Maulana Ghaffar. S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir sekaligus Belmawabud Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
5. Jaka Rukmana, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi Teknologi Pangan dan Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

6. Kedua orang tua tercinta yaitu Bapak Ir. Namida Habiburrahman., MBA dan Ibu Ratih Herawati yang telah memberikan doa, restu dan dukungan baik secara moril maupun materil, serta kasih sayangnya.
7. Rekan- rekan Jurusan Teknologi Pangan Universitas Pasundan, atas persahabatan, dukungan serta kebersamaan selama masa kuliah.
8. Rekan-rekan Asisten Mikrobiologi Pangan yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penulisan Usulan Penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Kerangka Pemikiran.....	4
1.6. Hipotesis Penelitian.....	8
1.7. Waktu dan Tempat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1. Bumbu Rujak.....	10
2.2. Fungsi Bahan – Bahan.....	11
2.2.1. Cabai Rawit.....	11
2.2.2. Garam Konsumsi Beriodium	12
2.2.3. Asam Jawa	13
2.2.4. Gula Aren Merah.....	13

2.2.5. Bawang Putih	14
2.2.6. Gula Semut Aren.....	15
2.2.7. Pisang Batu	16
2.2.8. Kecombrang	16
2.2.9. Maltodektrin.....	17
2.2.10. Putih Telur.....	18
2.3. Pengeringan	18
2.4. <i>Foam Mat Drying</i>	19
2.5. <i>Design Expert</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. Alat dan Bahan	23
3.1.1. Bahan-bahan.....	23
3.1.2. Alat-alat.....	23
3.2. Metode Penelitian.....	23
3.2.1. Penelitian Pendahuluan	24
3.2.2. Penelitian Utama	24
3.3. Rancangan Analisis	28
3.3.1. <i>Design Expert</i>	28
3.3.2. Rancangan Respon	29
3.4. Prosedur Penelitian.....	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan	33
4.2. Hasil Penelitian Utama	35
4.2.1. Penelitian tahap 1	36
4.3. Respon Kimia	37
4.3.1. Kadar Air.....	37
4.3.2. Kadar Serat Kasar	41
4.4. Respon Fisik	46
4.5. Respon Organoleptik.....	50
4.5.1. Atribut Warna.....	51
4.5.2. Atribut Aroma	55
4.5.3. Atribut Rasa	59
4.5.4. Atribut Tekstur	63

4.6. Nilai Rendemen	68
4.7. Penentuan Formula Optimal.....	71
4.7. Hasil Validasi Formula Optimal.....	75
V. KESIMPULAN DAN SARAN	39
4.1. Kesimpulan	39
4.2. Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kandungan Gizi dalam setiap 100g cabai rawit segar	11
Tabel 2. Persyaratan Mutu Garam Konsumsi Beriodium.....	12
Tabel 3. Kandungan Gizi dalam setiap 100g Asam Jawa.....	13
Tabel 4. Kandungan Gizi Gula Merah	14
Tabel 5. Kandungan Gizi Bawang Putih dalam 100 gram.....	15
Tabel 6. Kandungan Gizi Gula Semut	15
Tabel 7. Kandungan Gizi Pisang Batu	16
Tabel 8. Kandungan Gizi Kecombrang.....	17
Tabel 9. Formulasi Pendahuluan.....	24
Tabel 10. Kriteria Skala Hedonik.....	29
Tabel 11. Rata-rata Hasil Uji Deskripsi	33
Tabel 12. Penentuan Variabel Tetap dan Berubah.....	36
Tabel 13. Formulasi Bumbu Rujak Serbuk.....	22
Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk	37
Tabel 15. Hasil Analisis Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk	42
Tabel 16. Hasil Analisis Nilai Rendemen	68
Tabel 17. Hasil Analisis Daya Rehidrasi	47
Tabel 18. Hasil Analisis Uji Hedonik Atribut Warna Bumbu Rujak Serbuk	51
Tabel 19. Hasil Analisis Uji Hedonik Atribut Aroma Bumbu Rujak Serbuk.....	56
Tabel 20. Hasil Analisis Uji Hedonik Atribut Rasa Bumbu Rujak Serbuk	60
Tabel 21. Hasil Analisis Uji Hedonik Atribut Tekstur Bumbu Rujak Serbuk.....	64
Tabel 22. <i>Goal</i> dan <i>Importance</i> untuk Tahapan Optimasi Formula	72
Tabel 23. Formulasi Optimal	74
Tabel 24. Hasil Validasi Respon.....	76
Tabel 25. Parameter Penilaian.....	85
Tabel 26. Kriteria Penilaian Produk.....	86
Tabel 27. Formulir Penilaian Uji Deskripsi	88

Tabel 28. Kebutuhan Bahan Uji Organoleptik Pendahuluan Basis 500g	90
Tabel 29. Kebutuhan Berat Bahan Untuk Pengujian Organoleptik (Uji Hedonik)90	
Tabel 30. Kebutuhan Berat Bahan Penelitian Utama.....	91
Tabel 31. Analisis Kebutuhan Bahan.....	98
Tabel 32. Analisis Biaya Kebutuhan Penelitian.....	98
Tabel 33. Total Keseluruhan Biaya Kebutuhan Penelitian	99
Tabel 34. Hasil Analisis Kadar Air	104
Tabel 35. Hasil Analisis Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk	106
Tabel 36.Data Hasil Uji Hedonik Atribut Warna.....	106
Tabel 37. Data Hasil Uji Hedonik Atribut Aroma	43
Tabel 38. Data Uji Hedonik Atribut Rasa.....	43
Tabel 39. Data Uji Hedonik Atribut Tekstur	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Bumbu Rujak.....	10
Gambar 2. Cabai Rawit Ceplik	11
Gambar 3. Garam Konsumsi Beriodium.....	12
Gambar 4. Asam Jawa Tanpa Biji.....	13
Gambar 5. Gula Merah.....	14
Gambar 6. Bawang Putih	14
Gambar 7. Gula Semut.....	15
Gambar 8. Pisang Batu.....	16
Gambar 9. Kecombrang	17
Gambar 10. Maltodekstrin	17
Gambar 11. Putih Telur.....	18
Gambar 12. Tahap Optimasi Formula.....	25
Gambar 13. Input Data Optimal (<i>Custom</i>) Design.....	26
Gambar 14. Optimasi Program <i>Design Expert Metode Mixture D-Optimal</i>	26
Gambar 15. Hasil Output formula <i>Design Expert</i>	27
Gambar 16. Diagram Alir Pembuatan Bumbu Rujak	32
Gambar 17. Grafik Majemuk Uji Deskripsi.....	33
Gambar 18. Grafik Kenormalan <i>internally studentized residuals</i> hasil uji kadar air.....	40
Gambar 19. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Kadar Air.....	41
Gambar 20. Grafik Kenormalan <i>internally studentized residuals</i> hasil uji.....	45

Gambar 21. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Kadar Serat	45
Gambar 22. Grafik Kenormalan <i>internally studentized residuals</i> hasil uji Daya Rehidrasi	49
Gambar 23. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Daya Rehidrasi	50
Gambar 24. Grafik Kenormalan <i>internally studentized residuals</i> hasil uji	54
Gambar 25. Grafik Tiga Dimensi Uji Organoleptik Atribut Warna	54
Gambar 26. Grafik Kenormalan <i>internally studentized residuals</i> hasil uji Organoleptik Atribut Aroma	58
Gambar 27. Grafik Tiga Dimensi Uji Organoleptik Atribut Aroma.....	59
Gambar 28. Grafik Kenormalan <i>internally studentized residuals</i> hasil uji Organoleptik Atribut Rasa	62
Gambar 29. Grafik Tiga Dimensi Uji Organoleptik Atribut Rasa	63
Gambar 30. Grafik Kenormalan <i>internally studentized residuals</i> hasil uji Organoleptik Atribut Tekstur.....	66
Gambar 31. Grafik Tiga Dimensi Uji Organoleptik Atribut Tekstur.....	67
Gambar 32. Grafik Kenormalan <i>internally studentized residuals</i> hasil uji kadar serat kasar	70
Gambar 33. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Nilai Rendemen.....	71
Gambar 34. Grafik <i>Desirability</i> Formula Bumbu Rujak Serbuk	75
Gambar 35. Tabel ANOVA Nilai Rendemen Bumbu Rujak Serbuk.....	101
Gambar 36. Tabel <i>Fit Statistic</i> Nilai Rendemen Bumbu Rujak Serbuk	101
Gambar 37. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Nilai Rendemen Bumbu Rujak Serbuk.....	101
Gambar 38. Tabel ANOVA Uji Daya Rehidrasi Bumbu Rujak Serbuk.....	103
Gambar 39. Tabel <i>Fit Statistic</i> Uji Daya Rehidrasi Bumbu Rujak Serbuk.....	103
Gambar 40. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Daya Rehidrasi Bumbu Rujak Serbuk.....	103
Gambar 41. Tabel ANOVA Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk.....	105

Gambar 42. Tabel <i>Fit Statistic</i> Uji Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk	105
Gambar 43. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk	105
Gambar 44. Tabel ANOVA Uji Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk	83
Gambar 45. Tabel <i>Fit Statistic</i> Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk	83
Gambar 46. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk.....	83
Gambar 47. Tabel ANOVA Uji Hedonik Atribut Warna Bumbu Rujak Serbuk..	43
Gambar 48. Tabel <i>Fit Statistic</i> Uji Hedonik Atribut Warna Bumbu Rujak Serbuk.....	43
Gambar 49. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Warna Bumbu Rujak Serbuk	43
Gambar 50. Tabel ANOVA Uji Hedonik Atribut Aroma Bumbu Rujak Serbuk .	43
Gambar 51. Tabel <i>Fit Statistic</i> Uji Hedonik Atribut Aroma Bumbu Rujak Serbuk.....	43
Gambar 52. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Aroma Bumbu Rujak Serbuk	43
Gambar 53. Tabel ANOVA Uji Hedonik Atribut Rasa Bumbu Rujak Serbuk	44
Gambar 54. Tabel <i>Fit Statistic</i> Uji Hedonik Atribut Rasa Bumbu Rujak Serbuk	44
Gambar 55. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Rasa Bumbu Rujak Serbuk	44
Gambar 56. Tabel ANOVA Uji Hedonik Atribut Tekstur Bumbu Rujak Serbuk	43
Gambar 57. Tabel <i>Fit Statistic</i> Uji Hedonik Atribut Tekstur Bumbu Rujak Serbuk.....	43
Gambar 58. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Tekstur Bumbu Rujak Serbuk	43
Gambar 59. Tabel Penentuan <i>Goal</i> dan <i>Importance</i> Variabel Berubah dan Respon.....	43
Gambar 60. Tabel Rekomendasi Formulasi Optimal.....	43
Gambar 61. Tabel <i>Point Prediction</i>	43

Gambar 62. Dokumentasi Uji Organoleptik Metode Uji Deskripsi Oleh Panelis	44
Gambar 63. Dokumentasi Analisis Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk	44
Gambar 64. Dokumentasi Analisis Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk.....	44
Gambar 65. Dokumentasi Uji Daya Rehidrasi.....	43
Gambar 66. Dokumentasi Uji Hedonik Oleh Panelis	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri	83
Lampiran 2. Analisis Kadar Serat Kasar Metode Gravimetri	83
Lampiran 3. Analisis Waktu Rehidrasi	84
Lampiran 4. Nilai Rendemen	84
Lampiran 5. Formulir Pengujian Organoleptik Metode Uji Hedonik.....	85
Lampiran 6. Formulir Pengujian Organoleptik Metode Uji Deskripsi	87
Lampiran 7. Hasil Uji Organoleptik (Uji Deskripsi)	89
Lampiran 8. Formulasi Bahan.....	90
Lampiran 9. Perhitungan Penentuan Formula.....	94
Lampiran 10. Biaya Analisis Kebutuhan Bahan	98
Lampiran 11. Perhitungan Rendemen Bumbu Rujak Serbuk	99
Lampiran 12. Data ANOVA Model <i>Quadratic</i> Nilai Rendemen	101
Lampiran 13. Perhitungan Daya Rehidrasi	102
Lampiran 14. Data ANOVA <i>Special Cubic</i> Model	103
Lampiran 15. Perhitungan Kadar Air.....	104
Lampiran 16. Data ANOVA Model Linear	105
Lampiran 17. Perhitungan Kadar Serat Kasar.....	106
Lampiran 18. Data ANOVA <i>Special Cubic</i> Model	83
Lampiran 19. Data ANOVA Model Linear Uji Hedonik Atribut Warna	43
Lampiran 20. Data ANOVA Model Linear Uji Hedonik Atribut Aroma.....	43
Lampiran 21. Data ANOVA Model Linear Uji Hedonik Atribut Rasa	44
Lampiran 22. Data ANOVA Model Linear Uji Hedonik Atribut Tekstur.....	43
Lampiran 23. Dokumentasi Uji Pendahuluan	44
Lampiran 24. Dokumentasi Analisis Respon Kimia.....	44
Lampiran 25. Dokumentasi Uji Fisik Bumbu Rujak Serbuk	43
Lampiran 26. Dokumentasi Uji Organoleptik Metode Uji Hedonik	43
Lampiran 27. Dokumentasi Pembuatan Produk Bumbu Rujak Serbuk.....	44

BAB I PENDAHULUAN

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

1.1. Latar Belakang

Bumbu rujak merupakan komponen penting dalam hidangan rujak, yang merupakan makanan tradisional Indonesia. Keberadaan bumbu rujak tidak hanya memberikan rasa pedas dan manis yang khas, tetapi juga meningkatkan cita rasa buah-buahan yang digunakan dalam rujak. (Stekom, 2022).

Formulasi produk pangan merupakan proses kompleks yang melibatkan pemilihan dan penentuan proporsi bahan-bahan untuk menghasilkan produk dengan karakteristik yang diinginkan. Dalam pengembangan produk pangan tradisional seperti bumbu rujak, formulasi menjadi tantangan tersendiri karena harus mempertimbangkan keseimbangan rasa, tekstur, dan penerimaan konsumen (Hidayat, 2021).

Keberhasilan pengembangan produk bumbu rujak serbuk tidak hanya ditentukan oleh daya awet, tetapi juga oleh mutu sensorik yang dihasilkan. Oleh karena itu, formulasi bahan harus diatur secara cermat. Hartati (2020) menegaskan bahwa metode *D-Optimal Mixture Design* merupakan pendekatan statistik yang tepat dalam menyusun formulasi produk. Dengan pendekatan ini, kombinasi optimal dari bahan seperti gula

semut, kacang tanah, asam jawa, garam, kecombrang, dan pisang batu dapat dievaluasi untuk mendapatkan produk dengan cita rasa, warna, aroma, dan tekstur yang disukai konsumen.

Pengeringan yang dilakukan yaitu dengan metode *foam mat drying* karena mampu menghasilkan serbuk dengan mutu fisik dan sensorik yang baik. Teknik ini menggunakan bahan pembentuk busa seperti putih telur, lalu dikeringkan dalam bentuk lapisan tipis, sehingga mempercepat proses pengeringan dan menjaga warna, aroma, serta kandungan gizi (Yuliarti, 2020). Metode ini cocok untuk bahan basah seperti bumbu rujak dan terbukti efektif menurunkan kadar air serta aktivitas air produk (Sari, 2021).

Hingga saat ini, belum ada bumbu rujak dalam bentuk serbuk, meskipun berbagai varian bumbu rujak telah tersedia dalam bentuk kemasan siap pakai, kebanyakan produk tersebut masih berupa cairan atau pasta yang memerlukan pencampuran dengan bahan lain. Namun, dengan berkembangnya tren pangan praktis, bukan tidak mungkin kedepannya bumbu rujak dalam bentuk serbuk.

Dalam penelitian ini, bumbu rujak yang dikembangkan merupakan perpaduan antara cita rasa khas Jawa dan Sunda. Bumbu rujak Jawa cenderung memiliki rasa manis dan kental dengan dominasi gula merah dan kacang tanah, sedangkan rujak Sunda lebih menonjolkan rasa pedas, asam, dan aroma segar dari bahan seperti kecombrang, dan pisang batu.

Optimasi formula bumbu rujak serbuk dalam penelitian ini menggunakan *Design Expert* dengan metode *D-Optimal*, karena mampu

menganalisis interaksi antar komponen secara efisien (Cornell, 2011). Bahan yang digunakan yaitu Cabai rawit (X1), Gula Aren Merah (X2), Bawang Putih (X3), Asam Jawa (X4), Garam (X5), Kecombrang (X6), Pisang Batu (X7), Putih Telur (X8) dan Maltodekstrin (X9). (Widyastuti & Anjani, 2022).

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian tersebut, maka masalah yang dapat diidentifikasi yaitu apakah formula optimal bumbu rujak serbuk dapat ditentukan oleh program *Design Expert* metode *D-Optimal*?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui formula bumbu rujak serbuk yang optimal dengan program *Design Expert* metode *D-Optimal*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan formula yang optimal pada pembuatan Bumbu Rujak Serbuk yang ditentukan oleh program *Design Expert* metode *D-Optimal*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah wawasan terkait pengembangan bumbu rujak serbuk.
2. Mengetahui formulasi optimal dari bumbu rujak serbuk.
3. Memberikan peluang usaha dalam pengembangan produk bumbu rujak serbuk yang bernilai ekonomi.

1.5.Kerangka Pemikiran

Bumbu rujak serbuk yang dikembangkan adalah menggabungkan karakteristik bumbu rujak buah Jawa dengan elemen bumbu rujak Sunda, terlihat dari penggunaan bahan seperti kecombrang yang populer di Jawa Tengah, Jawa Timur, dan sebagian Jawa Barat (Wijaya, 2019). Penggunaan kecombrang menunjukkan pengaruh Sunda, sementara kombinasi gula merah merupakan ciri khas rujak gaya Jawa (Purwanti dan Gardjito, 2020).

Penyajian bumbu rujak dalam bentuk serbuk memberikan kemudahan praktis tanpa mengurangi karakteristik sensorik khasnya. Menurut Widyastuti dan Anjani (2022), bentuk serbuk memungkinkan rehidrasi cepat hanya dengan penambahan air matang metode ini juga meminimalkan risiko kontaminasi.

Setiap bahan dalam bumbu rujak serbuk ini memiliki fungsi yang penting. Bawang putih (*Allium sativum*) memberikan aroma khas dan rasa yang mendalam, dengan kandungan senyawa organosulfur seperti allicin yang memiliki sifat antimikroba, membantu pengawetan produk (Lekshmi, 2015).

Cabai rawit ceplik (*Capsicum frutescens*) memberikan sensasi pedas yang menjadi ciri khas rujak, dengan senyawa capsaicin yang juga berperan sebagai antioksidan, antimikroba, dan anti-inflamasi (Sricharoen, 2017; Zimmer, 2012).

Garam (Natrium Klorida) berfungsi sebagai pemberi rasa asin dan pengikat rasa, serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan

menurunkan aktivitas air dalam produk pangan (Albarracin, 2011; Hutton, 2002).

Gula Aren Merah (*Palm Sugar*) menambahkan rasa manis khas dan berfungsi sebagai humektan yang membantu menjaga kelembaban dan stabilitas produk, sekaligus menyediakan mineral penting seperti zat besi dan kalium (Febrianto, 2014; Trinidad, 2010).

Kecombrang (*Etlingera elatior*), yang memiliki aroma segar, berfungsi sebagai penguat cita rasa dengan kandungan minyak atsiri, flavonoid, dan terpenoid yang juga memiliki aktivitas antimikroba (Lachumy, 2010; Naufalin, 2011).

Pisang batu (*Musa balbisiana*), memberikan rasa asam alami dan tekstur yang stabil, serta mengandung serat dan polifenol dengan aktivitas antioksidan yang melindungi produk dari kerusakan oksidatif (Aurorel, 2009; Fernandes, 2011; Singh., 2016).

Formulasi Susanto dan Hartini (2021) menunjukkan inovasi dengan penggunaan ekstrak dan bubuk untuk menciptakan produk bumbu rujak instan. Penggunaan ekstrak gula merah (42%) dan ekstrak cabai merah (22%) menggantikan bahan segar memungkinkan standardisasi yang lebih baik dalam hal rasa dan tampilan produk. Maltodekstrin berfungsi sebagai bahan pengisi dan penstabil yang dapat meningkatkan umur simpan produk, mencegah penggumpalan, serta mempertahankan karakteristik bubuk bumbu rujak instan selama penyimpanan.

Berdasarkan penelitian Wijaya (2022), formula bumbu rujak yang optimal terdiri dari perpaduan gula merah (45-50%), cabai rawit (12-15%), asam jawa (8-10%), terasi udang (3-5%), garam (3-5%), kacang tanah sangrai (10-12%), dan perasan jeruk limau (5%). Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa keseimbangan antara rasa manis dari gula merah, pedas dari cabai, asam dari asam jawa dan jeruk, serta gurih dari kacang tanah dan terasi menciptakan profil rasa kompleks yang khas pada bumbu rujak tradisional.

Santoso (2021) mendeskripsikan bumbu rujak dari perspektif ilmu pangan sebagai sistem koloid kompleks yang tersusun atas fase terdispersi (partikel padatan dari kacang tanah, cabai, dan rempah) dalam medium pendispersi (larutan gula, asam, dan garam). Karakteristik fisikokimia bumbu rujak yang terstandar memiliki viskositas 2500-3000 cP, pH 4,2-4,5, dan total padatan terlarut 65-70°Brix.

Candra dan Pratama (2023) melakukan penelitian komprehensif tentang pengaruh berbagai metode pengeringan terhadap retensi komponen *flavor* pada bumbu rujak. Empat metode pengeringan dibandingkan: pengeringan matahari konvensional, *cabinet drying*, *freeze drying*, dan *spray drying*. Analisis komponen *flavor* menggunakan GC-MS dan *electronic nose* mengidentifikasi 28 senyawa volatil kunci dalam bumbu rujak segar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *freeze drying* memberikan retensi *flavor* terbaik dengan mempertahankan 87,5% senyawa volatil kunci, diikuti oleh *spray drying* (76,2%), *cabinet drying* (58,4%),

dan pengeringan matahari konvensional (42,1%). Analisis *Principal Component Analysis* (PCA) menunjukkan bahwa produk hasil *freeze drying* memiliki profil aroma yang paling mirip dengan bumbu rujak segar. Namun demikian, berdasarkan pertimbangan aspek ekonomi dan efisiensi energi, penggunaan *cabinet dryer* pada suhu 50°C selama 8 jam dinilai sebagai kondisi yang paling optimal karena mampu memberikan keseimbangan antara retensi *flavor* dengan kelayakan produksi pada skala industri.

Metode pengeringan busa memiliki kelebihan dari pada metode pengeringan lain karena relatif sederhana dan prosesnya tidak mahal. Selain itu *foam mat drying* dapat memperluas permukaan, menurunkan tegangan permukaan, meningkatkan rongga, mengembangkan bahan, mempercepat penguapan air, dan biasanya suhu yang digunakan relatif rendah sehingga warna, aroma dan komponen gizi produk dapat dipertahankan (Karim dan Wai, 1999).

Menurut Kumalaningsih (2005), dengan adanya busa maka akan mempercepat proses penguapan air walaupun tanpa suhu yang terlalu tinggi, produk yang dikeringkan menggunakan busa pada suhu 50- 80°C dapat menghasilkan kadar air 2-3%. Salah satu kesulitan yang telah dilaporkan dalam proses ini adalah kurangnya kestabilan busa selama proses pemanasan. Jika busa tidak stabil terjadi kerusakan seluler yang menyebabkan kerusakan selama pengeringan.

Design Expert merupakan perangkat lunak yang menyediakan rancangan percobaan (*design of eperiment*) yang memiliki kelebihan dapat

melakukan optimasi rancangan produk dan memberikan keunggulan dalam proses formulasi dan optimasi produk pangan, terutama ketika melibatkan banyak variabel dengan interaksi yang kompleks. Selain itu, *Design-Expert* mampu menunjukkan pengaruh masing-masing variabel terhadap respon, menyajikan data dalam bentuk grafik 3D dan *contour plot*, serta memberikan rekomendasi formula terbaik berdasarkan analisis statistik (Hartati, 2020).

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan tersebut, diduga formulasi bumbu rujak serbuk dapat dioptimasi menggunakan program *Design Expert* dengan metode *D-Optimal*.

1.7. Waktu dan Tempat Penelitian

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai: (2.1) Rujak (2.2) Fungsi Bahan-Bahan (2.4) Bumbu Instan, (2.5) Pengeringan, (2.6) *Foam mat drying*, dan (2.7) *Design Expert*.

2.1. Bumbu Rujak

Menurut penelitian tentang makanan tradisional Indonesia, bumbu rujak umumnya terdiri dari gula merah atau gula jawa, cabai merah, kacang tanah goreng, asam jawa, dan garam. Semua bahan ini dihaluskan hingga membentuk saus kental dengan rasa yang khas manis, pedas, dan gurih (Sulistyawati, 2019).

Setiap bahan dalam bumbu rujak memiliki peran fungsional spesifik yang memengaruhi mutu akhir produk. Gula merah tidak hanya memberikan rasa manis tetapi juga berfungsi sebagai humektan yang memengaruhi aktivitas air (*Aw*) dan stabilitas mikrobiologi, cabai menyumbang komponen pedas (*capsaicin*) dan pigmen yang memengaruhi warna, sementara asam jawa dan garam berperan dalam penyeimbangan rasa serta berkontribusi pada daya awet alami (Amaluddin, 2014).



Gambar 1. Bumbu Rujak

Dari sudut fungsional, gula merah berperan ganda sebagai pemberi rasa manis dan humektan yang memengaruhi aktivitas air (*Aw*), sehingga

berimplikasi pada stabilitas mikrobiologis dan tekstur akhir produk; cabai menyumbang komponen aktif *capsaicin* yang menentukan tingkat kepedasan serta pigmen yang mempengaruhi warna produk, asam jawa memberikan keseimbangan rasa dan berperan dalam penstabilan pH sementara garam memperkuat persepsi rasa dan membantu daya simpan (Sakinah dan Yuwono, 2015).

2.2. Fungsi Bahan – Bahan

2.2.1. Cabai Rawit

Cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti *capsaicin* yang berfungsi sebagai pemberi sensasi pedas melalui aktivasi reseptor TRPV1 dan berkontribusi pada pembentukan kompleksitas rasa dalam sistem emulsi bumbu rujak. (Farikha et al., 2013).



Gambar 2. Cabai Rawit Ceplik

Tabel 1. Kandungan Gizi dalam setiap 100g cabai rawit segar

No	Komposisi Zat Gizi	Proporsi Kandungan Gizi
1	Kalori	103,00
2	Protein	4,70
3	Lemak	2,40
4	Karbohidrat	19,90
5	kalsium	45,00
6	Fosfor	85,00
7	Vitamin A	11,050
8	Zat besi	2,50
9	Vitamin B1	0,08

(Sumber : Rukmana, 2002)

2.2.2. Garam Konsumsi Beriodium

Garam berfungsi sebagai penguat rasa dan pengawet dalam bumbu rujak. Garam membantu mengeluarkan air dari bahan-bahan melalui proses osmosis, sehingga rasa menjadi lebih terkonsentrasi. Selain itu, garam menurunkan aktivitas air yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. (Winarno, 2008).



Gambar 3. Garam Konsumsi Beriodium

Berdasarkan SNI 3556:2016 syarat mutu garam konsumsi beriodium dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan Mutu Garam Konsumsi Beriodium

No.	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Kadar Air	Faksi massa, %	Maks. 7
2.	Kadar NaCl, adbk	Fraksi massa, %	Min. 94
3.	Bagian yang tidak larut dalam air, adbk	Fraksi massa, %	Maks. 0,5
4.	Kadar Iodium sebagai KIO ₃	mg/kg	Min. 30
5.	Cemaran logam		
5.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,5
5.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 10
5.3	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,1

(Sumber : SNI 3556-2016)

2.2.3. Asam Jawa

Asam jawa berfungsi sebagai pemberi rasa asam dan pengawet alami dalam bumbu rujak. Kandungan asam organik dalam asam jawa menurunkan pH bumbu sehingga menciptakan kondisi yang tidak menguntungkan bagi bakteri patogen. Asam jawa juga mengandung pektin alami yang berperan sebagai pengental bumbu. Selain itu, asam jawa berfungsi sebagai antioksidan yang mencegah kerusakan warna dan rasa bumbu selama penyimpanan (Hui, 2006).



Gambar 4. Asam Jawa Tanpa Biji

Tabel 3. Kandungan Gizi dalam setiap 100g Asam Jawa

No	Komposisi Zat Gizi	Proporsi Kandungan Gizi
1	Energi	289 kkal
2	Lemak	0,6 gram
3	Lemak jenuh	0,272 gram
4	Kolestrol	0 mg
5	Karbohidrat	2,8 gram
6	Serat	62,5 gram

(Sumber : Sutiyono, 2023)

2.2.4. Gula Aren Merah

Fungsi utama gula aren merah dalam bumbu rujak adalah sebagai pemanis alami yang memberikan rasa manis khas, menciptakan profil rasa yang lebih kompleks dan autentik pada rujak tradisional. Selain sebagai pemanis, gula merah juga berperan dalam meningkatkan daya tahan dan stabilitas bumbu rujak. Berdasarkan prinsip pengawetan makanan, gula berfungsi sebagai bahan pengawet alami yang dapat menghambat

pertumbuhan mikroorganisme patogen dengan cara menurunkan aktivitas air (*water activity*) dalam produk. (Dyah, 2015)



Gambar 5. Gula Merah

Tabel 4. Kandungan Gizi Gula Merah

No	Komposisi Zat Gizi	Proporsi Kandungan Gizi (%)
1	Protein	0,3
2	Lemak Total	0,1
3	Air	5,4
4	Abu	0,2

(Sumber : Kardiyono, 2010)

2.2.5. Bawang Putih

Bawang putih berfungsi sebagai penambah cita rasa dan pengawet alami dalam bumbu rujak. Kandungan *allicin* dalam bawang putih memberikan aroma khas dan memiliki aktivitas antimikroba yang dapat memperpanjang masa simpan bumbu. Bawang putih juga berperan sebagai pengikat rasa yang memadukan semua komponen bumbu menjadi harmonis. (Sari, 2014)



Gambar 6. Bawang Putih

Tabel 5. Kandungan Gizi Bawang Putih dalam 100 gram

Zat Gizi	Per 100 gram
Air (gram)	6.6
Energi (Kkal)	122.0
Serat (gram)	1.1
Kalsium (miligram)	26.0
Besi (miligram)	1.2

(Sumber : Tindall, 2022)

2.2.6. Gula Semut Aren

Gula semut adalah salah satu produk turunan aren yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan awet karena kadar airnya rendah, karena berbentuk kristal (Septiyana, Adnand & dkk, 2019)



Gambar 7. Gula Semut

Tabel 6. Kandungan Gizi Gula Semut

No	Komposisi Zat Gizi	Proporsi Kandungan Gizi (%)
1	Sukrosa	81,78
2	Gula Reduksi	5,78
3	Protein	2,77
4	Lemak	0,27
5	Karbohidrat	89,45
6	Pati	0,49
7	Kadar air	4,43

(Sumber : Kardiyono, 2010)

2.2.7. Pisang Batu

Pisang batu berfungsi sebagai penstabil pencernaan dalam bumbu rujak. Kandungan pati dalam pisang batu mentah berperan memberikan tekstur kental pada bumbu. Pisang batu juga mengandung tanin yang berfungsi sebagai antioksidan dan membantu mencegah gangguan pencernaan akibat konsumsi rujak. Serat dalam pisang batu berperan sebagai prebiotik yang baik untuk kesehatan usus (Whistler dan BeMiller, 2022).



Gambar 8. Pisang Batu

Tabel 7. Kandungan Gizi Pisang Batu

Kandungan Gizi	Jumlah
Air	70 gram
Protein	1.2 gram
Lipid	0.3 gram
Karbohidrat	27 gram
Kalium	400 miligram

(Sumber: Espino, 2022)

2.2.8. Kecombrang

Kecombrang berfungsi sebagai pemberi aroma khas, kandungan minyak atsiri dalam kecombrang memberikan aroma segar yang unik dan berbeda dari bumbu lainnya. Kecombrang juga memiliki sifat antimikroba alami yang membantu pengawetan bumbu rujak. (Reineccius, 2012).



Gambar 9. Kecombrang

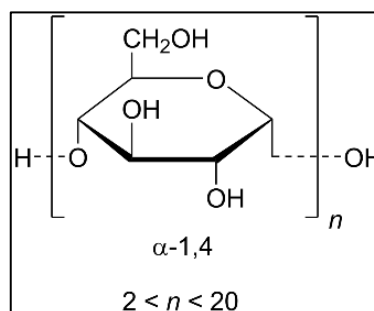
Tabel 8. Kandungan Gizi Kecombrang

Kandungan Gizi	Per 100 gram
Kalsium	32 gram
Karbohidrat	4.4 gram
Lemak	1 gram
Protein	1.3 gram
Fosfor	30 miligram

(Sumber : Kumalasari, 2023)

2.2.9. Maltodektrin

Maltodektrin merupakan campuran dari glukosa, maltosa, oligosakarida, dan dekstrin. Maltodektrin berfungsi sebagai *bulking agent* atau bahan pengisi juga membantu dalam enkapsulasi komponen *flavor* dan aroma bumbu rujak sehingga meningkatkan stabilitas dan umur simpan produk. (Food Review, 2018).



Gambar 10. Maltodektrin

2.2.10. Putih Telur

Putih telur berfungsi sebagai *foaming agent* dan *stabilizer* dalam proses *foam mat drying* bumbu rujak serbuk. Putih telur membantu pembentukan struktur berpori yang meningkatkan luas permukaan sehingga mempercepat proses penguapan air dan mengurangi waktu pengeringan. Selain itu, putih telur juga berperan dalam meningkatkan kelarutan dan kecepatan larut produk bubuk yang dihasilkan (Kurniasari, 2019).



Gambar 11. Putih Telur

2.3. Pengeringan

Pengeringan merupakan metode pengawetan makanan paling tua yang dilakukan oleh manusia. Manusia telah melakukan pengeringan pada daging, ikan, buah dan sayur selama ribuan tahun (Brennan, 2006). Tujuan utama pengeringan adalah untuk memperpanjang umur simpan makanan dengan cara mengurangi aktivitas air pada bahan. Hal ini menyebabkan pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim terhambat (Fellow, 2009).

Pengeringan dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu laju pengeringan, suhu dan kelembaban udara serta kecepatan udara. Ketika udara panas dihembuskan pada bahan makanan, uap air yang berada di dalam akan berdifusi ke permukaan bahan dan terbawa oleh udara panas yang bergerak (Fellow, 2009).

Ketika air dalam bahan makanan bergerak ke permukaan, zat - zat yang larut air seperti gula dan garam akan ikut terbawa. Setelah air di permukaan menguap, zat - zat tersebut akan menumpuk dipermukaan. Hal ini menyebabkan terbentuknya lapisan kering kedap air yang dapat menghambat pengeringan, fenomena ini disebut dengan *case hardening* (Brennan, 2006).

Cabiner dryer merupakan alat pengeringan serbaguna yang beroperasi secara batch. Alat ini terdiri dari cabinet, kipas, pemanas udara, dan ruangan yang dapat menyimpan tray bahan makanan. Udara panas akan diarahkan oleh baffle melewati tray makanan, udara panas yang digunakan pada *cabinet dryer* dapat berasal dari listrik, maupun pemanasan minyak atau gas. Udara panas digunakan untuk pengering dan ke luar dari ruang pengering ke atmosfer didaur ulang ke ruang pemanas (Suharto & Taufik, 2018).

Pengering ini dilengkapi dengan *tray* berjaring yang memiliki kedalaman 2-6 cm. Udara panas dihembuskan dengan kecepatan 0,5 - 5m/s melalui sistem saluran dan *baffle* untuk mendistribusikan udara di atas dan / atau melalui setiap tray. Pemanas tambahan dapat ditempatkan di atas atau samping tray untuk meningkatkan laju pengeringan. *Cabiner dryer* memiliki harga yang lebih murah dan biaya pemeliharaan yang mudah (Fellow, 2009).

2.4. Foam Mat Drying

Salah satu metode *foam-mat drying* adalah untuk mempercepat proses pengeringan, karena pada metode pengeringan ini adanya bahan pembusa atau pembuih. Konsentrasi buih yang semakin banyak akan meningkatkan luas permukaan dan memberi struktur berpori pada bahan sehingga akan

meningkatkan kecepatan pengeringan. Jenis jenis pembusa diantaranya adalah putih telur (albumin), *polysorbat* 80, soda kue dan gliserin (Purnamasari, 2015).

Foam-mat drying adalah teknik pengeringan yang memanfaatkan pembentukan busa untuk meningkatkan luas permukaan dan mempercepat laju penguapan; dengan demikian proses pengeringan dapat berlangsung lebih cepat walaupun pada suhu yang relatif moderat. Penggunaan agen pembusa yang tepat dan stabilizer dapat menurunkan waktu pengeringan secara signifikan dan mempertahankan komponen sensori yang peka terhadap panas (mis. senyawa volatil) (Purnamasari, 2015).

Serbuk yang dihasilkan melalui *foam-mat drying* cenderung memiliki densitas bulk rendah (ringan), struktur remah/rapuh, dan kemampuan rehidrasi yang baik bila komposisi carrier (*filler*) dan proporsi padatan diatur dengan tepat. Untuk tujuan ini, *maltodextrin* sering direkomendasikan sebagai bahan pengisi/carrier karena kelarutannya yang baik, kemampuan membentuk matriks pelindung terhadap komponen flavor, serta kontribusinya dalam meningkatkan total padatan dan volume bubuk sehingga memudahkan penanganan dan pengemasan. Penelitian aplikatif terbaru pada pembuatan bubuk buah dan produk lain menegaskan peran maltodextrin dalam menurunkan lengket, meningkatkan rendemen, dan menstabilkan senyawa sensori selama pengolahan dan penyimpanan. (Purnamasari, 2015).

2.5. *Design Expert*

Design Expert merupakan sebuah program pengolahan data yang dapat digunakan untuk optimasi produk atau proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut (Bas, D. and Boyaci, 2017) Pada penelitian ini menggunakan *Mixture Design Techniques*, ditunjukkan untuk mendapatkan formulasi yang optimal.

Mixture Design merupakan salah satu metode dalam *Response Surface Methodology* (RSM) yang digunakan untuk merancang dan menganalisis percobaan yang melibatkan campuran beberapa komponen dengan jumlah total tetap. Berbeda dengan rancangan faktorial konvensional yang memperhatikan level faktor secara individual, *Mixture Design* menitikberatkan pada proporsi relatif setiap komponen dalam suatu formulasi. Hal ini menjadikan *Mixture Design* relevan untuk penelitian di bidang pangan, khususnya pada formulasi produk yang melibatkan beberapa bahan penyusun dengan peran fungsional berbeda (Cornell, 2015).

Perangkat lunak *Design-Expert* banyak digunakan dalam penerapan *Mixture Design* karena mampu menghasilkan rancangan percobaan yang efisien, analisis statistik yang komprehensif, serta model prediktif yang dapat menggambarkan pengaruh proporsi bahan terhadap respons yang diamati. Salah satu rancangan yang umum digunakan adalah *D-Optimal Mixture Design*, yaitu metode seleksi kombinasi formula yang paling informatif dari sekian banyak kemungkinan, sehingga penelitian

dapat dilaksanakan secara lebih efisien dalam hal waktu, bahan, dan biaya (Bezerra, 2018).

Selain efisiensi, teknik *Mixture Design* juga memungkinkan analisis mendalam terhadap interaksi antar komponen dalam suatu formula. Perubahan proporsi salah satu bahan tidak hanya memberikan pengaruh individual, tetapi juga dapat memunculkan efek sinergis atau antagonis terhadap bahan lain. Dengan demikian, *Mixture Design* dapat membantu peneliti menentukan kombinasi proporsi bahan yang menghasilkan kualitas produk paling optimal berdasarkan parameter yang ditetapkan, baik dari segi sensori, fisikokimia, maupun fungsional (Gutiérrez and De la Vara, 2016).

Kelebihan dari *Design Expert metode D-Optimal* yaitu memiliki ketelitian secara numerik mencapai 0,001 dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimasi. Program ini akan memberikan saran berdasarkan nilai F dan R² terbaik dari data respon yang telah diukur dan dimasukkan ke rancangan, Penentuan formulasi optimal berdasarkan respon kemudian saat optimasi akan muncul formulasi solusi yang telah dirangkum oleh program berdasarkan kesimpulan hasil respon, dugaan formulasi ditentukan oleh program. Program ini menyediakan fitur yang lengkap seperti anava, *fit summary*, evaluasi model, dan lainnya sehingga tidak memakan waktu yang lama dalam mengolah data (Zulkarnain, 2019).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai : (3.1) Bahan dan Alat, (3.2) Metode Penelitian, (3.3) Rancangan Analisis, (3.4). Prosedur Penelitian

3.1. Alat dan Bahan

3.1.1. Bahan-bahan

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan bumbu rujak serbuk yaitu, cabai rawit ceplik, asam jawa tanpa biji, gula semut aren, gula merah dan garam konsumsi beriodium yang diperoleh dari Pasar Gegerkalong, bunga kecombrang dan pisang batu muda diperoleh dari Pasar Ciroyom sedangkan maltodekstrin DE 10-12 diperoleh dari toko Subur Kimia Jaya.

Bahan yang digunakan untuk analisis yaitu *aquadest*, H_2SO_4 , NaOH dan Alkohol.

3.1.2. Alat-alat

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan bumbu rujak instan yaitu Kompor, Wajan, Timbangan Digital, *Chopper*, *tray*, *tunnel dryer*, plastik dan mangkuk.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis kimia adalah neraca analitik, botol kaca, oven, eksikator, penjepit krus, kaki tiga, batang pengaduk, dan bunsen.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap yaitu : Penelitian Pendahuluan dan Penelitian Utama.

3.2.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan bertujuan untuk penentuan formulasi dasar berdasarkan aspek rasa, aroma, warna, dan tekstur menggunakan Uji Organoleptik metode Uji Deskripsi. Melalui pendekatan ini, formulasi yang paling disukai panelis dapat dijadikan dasar untuk tahap formulasi lanjutan yang lebih kompleks, dengan 3 formulasi dasar sebagai berikut :

Tabel 9. Formulasi Pendahuluan

Bahan	Formula A		Formula B		Formula C	
	%	g	%	g	%	g
Cabai Rawit	4.8	12	3.2	8	4.4	11
Asam Jawa	4.8	12	6	15	3.6	9
Bawang Putih	3.2	8	4.8	12	6	15
Garam	7.2	18	10	25	8.4	21
Pisang batu	2.4	36	4	10	1.6	4
Kecombrang	2.8	7	1.6	4	5.2	13
Gula Aren Merah	74.8	187	70.4	176	70.8	177
TOTAL	100%	250g	100%	250g	100%	250g

3.2.2. Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan untuk mengoptimasi formula terpilih dari penelitian pendahuluan yang kemudian akan dimasukkan kedalam perangkat lunak *Design Expert D-Optimal* yang dilakukan dengan 2 tahap sebagai berikut :

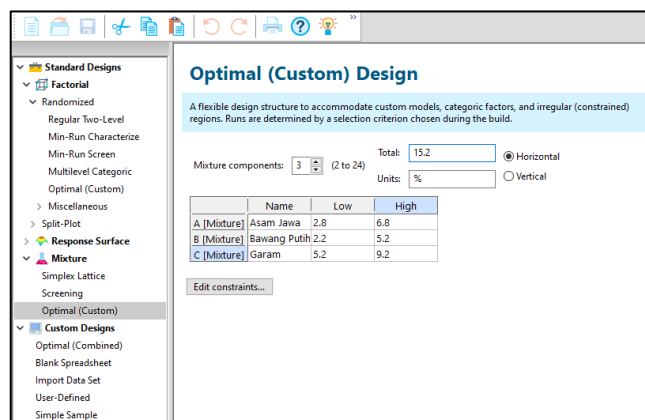
3.2.2.1. Penelitian tahap 1

Penelitian tahap 1 dilakukan bertujuan untuk menentukan variabel tetap dan variabel berubah yang akan diformulasikan pada *Design Expert D-Optimal*.

3.2.2.2. Penelitian tahap 2

Penelitian yaitu menentukan formula optimum menggunakan *Design Expert* metode *D-Optimal* yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pada aplikasi *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*, dimasukkan setiap bahan yang ditentukan menjadi variabel berubah pada penelitian pendahuluan.
2. Penelitian tahap 2 yaitu menentukan formula optimum menggunakan *Design Expert* metode *D-Optimal* yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 12. Tahap Optimasi Formula

Optimal (Custom) Design

Search: Both Exchanges Optimality: D

Edit model... Quadratic
Scheffe

Blocks: 1 (1 to 1000)

Runs

Required model points: 6
Additional model points: 0
Lack-of-fit points: 2
Replicate points: 2
Additional center points: 0
Total runs: 10

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

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

Edit candidate points... Options...

Gambar 13. Input Data Optimal (*Custom*) Design

- Dimasukkan jumlah respon yang akan dianalisis dalam satu unit yang diinginkan misalnya dalam bentuk % (persen) dimasukkan pada kolom *Name* dan *Units*. Dilanjutkan pada proses selanjutnya dengan menekan tombol *Continue*.

Optimal (Custom) Design

Responses: 8 (1 to 999) ☒ Horizontal ☐ Vertical

Name	Units
Kadar Air	%
Kadar Serat	%
Waktu Rehidrasi	%/Menit
Nilai Rendemen	%
Warna	Numeric
Aroma	Numeric
Rasa	Numeric
Tekstue	Numeric

Gambar 14. Optimasi Program *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal*

4. Menentukan formula optimum menggunakan *Design Expert* metode *D-Optimal* dihasilkan sebanyak 10 formula sebagai berikut:

Run	Component 1 A:Asam Jawa %	Component 2 B:Bawang Putih %	Component 3 C:Garam %
1	6.8	3.2	5.2
2	4.52041	3.80656	6.87303
3	4.13052	2.2	8.86948
4	6.46122	2.2	6.53878
5	4.8	5.2	5.2
6	2.8	3.2	9.2
7	2.8	5.2	7.2
8	5.3	2.2	7.7
9	4.52041	3.80656	6.87303
10	2.8	5.2	7.2

Gambar 15. Hasil *Output* formula *Design Expert*

3.2.2.3 Rancangan Percobaan

Penentuan formula optimum terdiri dari empat tahap, yaitu tahap perencanaan formula, tahap formulasi, tahap analisis, dan tahap optimasi. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan variabel yang akan dikombinasi beserta konsentrasinya, lalu menentukan respon yang akan diukur yang mempunyai fungsi dari komponen-komponen penyusun produk. Persamaan *D-Optimal* bisa didapatkan dari tiga proses yaitu berdasarkan *sequential model sum of squares* [Type I] untuk model yang mempunyai nilai “Prob > F “lebih kecil atau sama dengan 0,05 (*significant*), *lack of fit test* untuk model yang mempunyai nilai “ Prob >F “ lebih besar atau sama dengan 0,1 (*not significant*), dan model *summary statistic*. Model terbaik dapat ditentukan dengan *parameter adjusted R-Squares* dan

Predicted R-Squared maksimum. Program *Design Expert* menggunakan kolom summary untuk memilih model terbaik (Zulkarnain, 2019).

3.3. Rancangan Analisis

3.3.1. *Design Expert*

Design Expert menyajikan hasil analisis ragam ANOVA. Suatu variabel respon dinyatakan berbeda signifikan pada taraf signifikan 5% jika nilai “Prob < F” hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 sedangkan jika nilai “Prob > F” hasil analisis lebih besar dari 0,05 maka variabel respon dinyatakan tidak berbeda signifikan. Selanjutnya, variabel-variabel respon ini digunakan sebagai model prediksi untuk menentukan formula optimal. *Design expert* 13.0 metode *Mixture D-Optimal* metode 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 diantara 0 sampai 1. Semakin mendekati 1, semakin mudah suatu formula mendekati dalam mencapai titik formula optimal berdasarkan variabel responnya. Hal ini dapat dicapai dengan memilih variabel uji, nilai target optimasi variabel respon. Nilai *desirability* yang mendekati 1 akan semakin sulit dicapai apabila kompleksitas variabel uji dan nilai target optimasi semakin tinggi. Optimalisasi dilakukan untuk mencapai nilai *desirability* yang maksimum. Meskipun demikian, tujuan utama optimasi bukan untuk mencari nilai *desirability* sebesar 1 melainkan untuk mencari kombinasi yang tepat dari berbagai komposisi bahan (Nurhayati, 2016).

3.3.2. Rancangan Respon

Rancangan keseluruhan respon yang akan dilakukan pada penelitian utama bumbu rujak instan meliputi :

1. Respon Kimia: Analisis kadar air (metode gravimetri) dan kadar serat kasar (metode gravimetri)
2. Respon Fisik : Daya rehidrasi
3. Respon Organoleptik : Metode uji hedonik, menggunakan 30 panelis dalam menentukan tingkat kesukaan, dengan menyajikan sampel yang diseduh menggunakan air panas dengan perbandingan 3:1 antara serbuk bumbu rujak dan air, kemudian menggunakan potongan bengkung sebagai media pencicip. Lalu dilakukan pengamatan terhadap warna, aroma, rasa dan tekstur dengan skala penilaian sebagai berikut:

Tabel 10. Kriteria Skala Hedonik

Nilai	Parameter
6	Sangat Suka
5	Suka
4	Agak Suka
3	Agak Tidak Suka
2	Tidak Suka
1	Sangat Tidak Suka

(Sumber: Oktarina, 2010)

3.4. Prosedur Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi terbaik untuk bahan bumbu rujak serbuk terhadap formulasi yang berasal dari *output Design Expert* sebagai berikut :

1. Penimbangan

Penimbangan dilakukan untuk mendapatkan bahan-bahan sesuai dengan formulasi menggunakan timbangan digital.

2. Pencampuran 1 dan Penghancuran

Penghancuran bertujuan untuk mendapatkan bumbu halus dari cabai rawit, garam, asam jawa, bawang putih, kecombrang, pisang batu, dan air menggunakan *chopper*.

3. Penambahan *Foaming Agent*

Adonan yang telah tercampur ditambahkan agen pembentuk busa (*foam*) berupa putih telur yang telah dikocok hingga mengembang.

4. Penambahan Maltodekstrin

Penambahan maltodekstrin sebagai bahan pengisi.

5. Penebaran

Adonan yang sudah merata kemudian dipindahkan ke dalam *tray* secara merata, hal ini bertujuan agar adonan dapat kering dengan merata.

6. Pengeringan

Adonan yang sudah dilakukan penebaran kemudian dipindahkan ke dalam ke *cabinet dryer* pada suhu 70°C selama 6 jam.

7. *Tempering*

Setelah dilakukan *tempering* kemudian dilakukan pendinginan di suhu ruang.

8. Penghancuran 2

Penghancuran 2 dilakukan menggunakan *chopper* bertujuan untuk menghancurkan adonan sehingga didapatkan ukuran yang halus,

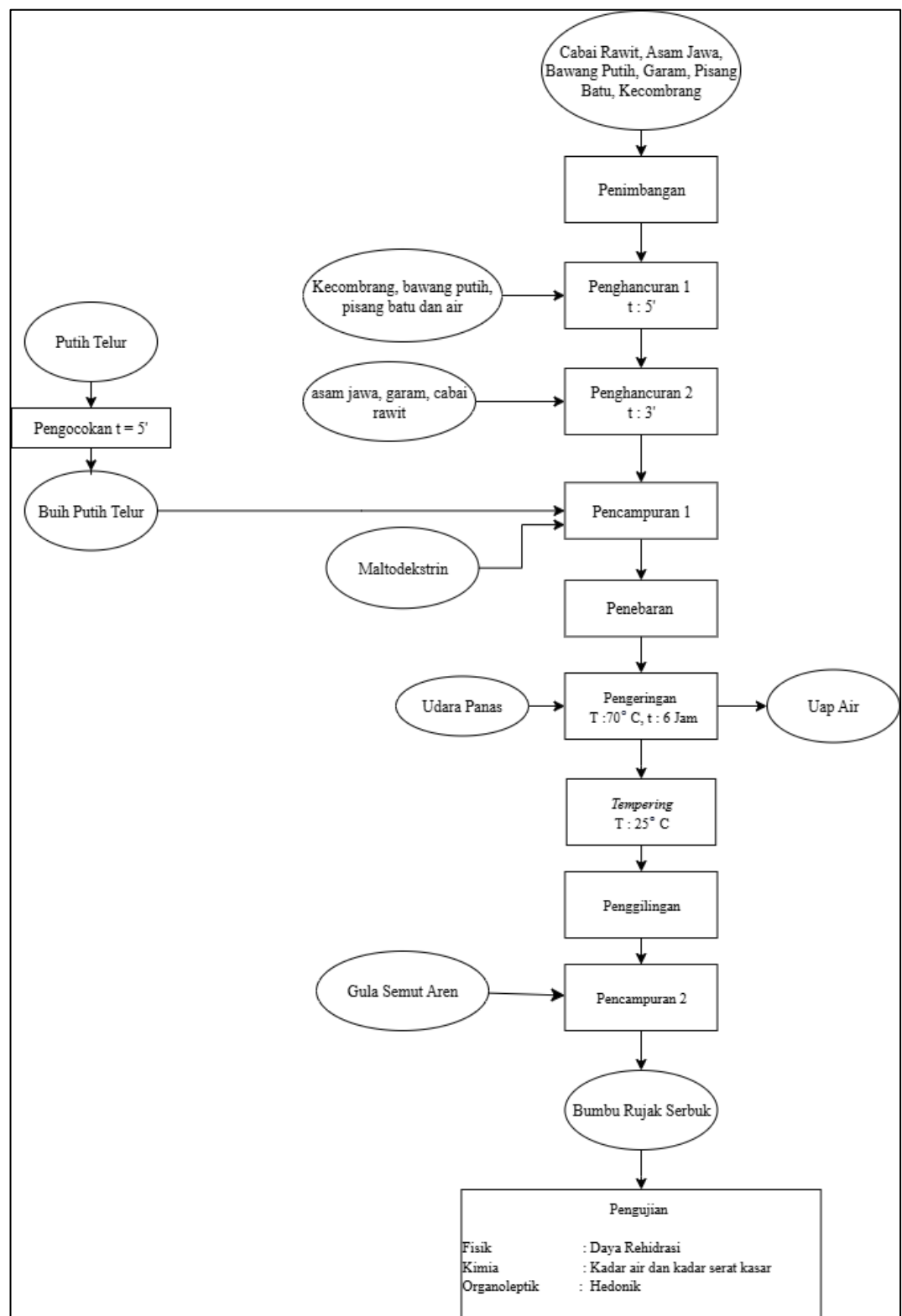
9. Pencampuran 2

Pencampuran 2 dilakukan untuk mencampurkan adonan serbuk dengan gula semut aren.

10. Pengujian

Produk Bumbu Rujak Instan yang telah dihasilkan kemudian dilakukan proses pengujian Kimia (Kadar Air Metode Gravimetri dan Kadar Serat Metode Gravimetri), pengujian fisik (Daya Rehidrasi) dan Organoleptik (Warna, Aroma, Rasa dan Tekstur).

3.3.4. Diagram Alir Pembuatan Bumbu Rujak



Gambar 16. Diagram Alir Pembuatan Bumbu Rujak

3.5.Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan						
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1.	Penentuan Topik							
2.	Penulisan Proposal dan Revisi							
3.	Seminar Usulan Penelitian							
4.	Penelitian di Laboratorium							
5.	Penyusunan dan Pengolahan Data							
6.	Sidang Tugas Akhir							

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

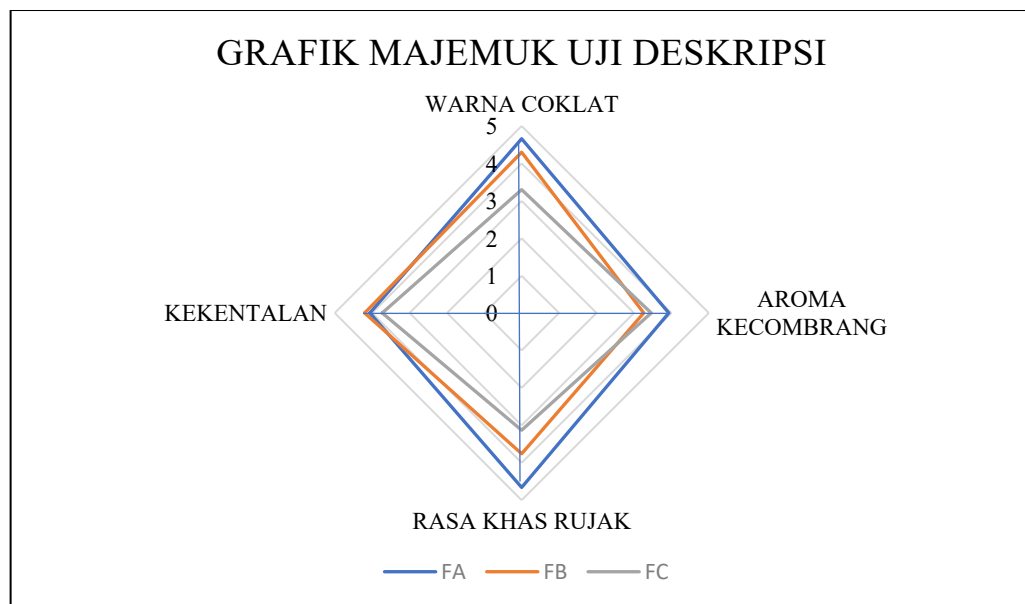
Bab ini menguraikan mengenai : (1) Hasil Penelitian Pendahuluan dan (2) Hasil Penelitian Utama.

4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah penentuan formula dasar yang dapat menunjang penelitian utama, yaitu dengan membuat 3 formula dasar yang didapatkan merupakan hasil dari *trial and error* kemudian dilakukan uji deskripsi menggunakan 30 panelis untuk mengevaluasi karakteristik sensoris (warna, aroma, rasa dan tekstur). Rata-rata hasil Uji Deskripsi dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata Hasil Uji Deskripsi

NILAI RATA-RATA				
SAMPEL	WARNA COKLAT	AROMA KECOMBRANG	RASA KHAS RUJAK	KEKENTALAN
FA	4,66	3,93	4,66	4,06
FB	4,30	3,26	3,76	4,20
FC	3,30	3,46	3,13	3,73



Gambar 17. Grafik Majemuk Uji Deskripsi

Formula FA menunjukkan skor tertinggi pada hampir semua atribut, yaitu warna coklat (4,66), aroma kecombrang (3,93), rasa khas rujak (4,66), dan tekstur kental (4,06). Hal ini menunjukkan bahwa formula FA lebih unggul secara sensoris dibandingkan formula lainnya. Formula FB memiliki nilai yang cukup tinggi untuk tekstur kental (4,20), namun nilai aroma kecombrang dan rasa khas rujaknya lebih rendah dibandingkan FA. Sementara itu, formula FC memperoleh skor terendah pada hampir seluruh atribut, terutama pada rasa khas rujak (3,13), yang mengindikasikan bahwa formula ini kurang unggul. Secara keseluruhan, grafik menunjukkan bahwa FA merupakan formula dasar yang paling unggul secara sensoris dan dapat dipertimbangkan untuk digunakan pada tahap penelitian utama, dengan formulasi cabai rawit 4,8%, asam jawa 4,8%, bawang putih 3,2%, garam 7,2%, pisang batu 2,4%, kecombrang 2,8% dan gula aren merah 74,8%.

Berdasarkan formulasi pendahuluan, perbedaan utama antar ketiga formula terletak pada variasi proporsi gula aren merah, cabai rawit, asam jawa, bawang putih, garam, pisang batu, serta kecombrang. Formula FA memiliki kandungan gula aren merah tertinggi yaitu sebesar 74,8%, dengan proporsi cabai rawit dan asam jawa masing-masing sebesar 4,8%. Komposisi tersebut menghasilkan keseimbangan antara rasa manis, pedas, dan asam yang harmonis. Selain itu, tingginya gula aren merah juga berkontribusi terhadap pembentukan warna coklat yang lebih pekat, kekentalan yang baik, serta peningkatan cita rasa khas rujak secara keseluruhan.

Sementara itu, Formula FB memiliki kandungan cabai rawit (6%) dan bawang putih (4,8%) yang lebih tinggi dibandingkan FA. Komposisi ini

menghasilkan intensitas rasa pedas dan aroma bawang yang lebih dominan, namun berdampak pada menurunnya keseimbangan cita rasa. Hal ini tercermin dari skor sensoris yang menunjukkan atribut kekentalan cukup tinggi, namun atribut rasa khas rujak dan aroma kecombrang cenderung lebih rendah dibandingkan FA.

Formula FC berbeda dengan penggunaan kecombrang (5,2%), sementara proporsi cabai rawit (4,4%) dan asam jawa (3,6%) relatif lebih rendah. Formulasi ini menyebabkan aroma kecombrang menjadi lebih kuat, tetapi tidak diimbangi dengan keseimbangan rasa manis, pedas, dan asam. Akibatnya, skor sensoris untuk atribut rasa khas rujak dan kekentalan lebih rendah dibandingkan FA dan FB.

Secara keseluruhan, hasil uji deskripsi menunjukkan bahwa FA memperoleh skor tertinggi pada hampir seluruh atribut sensoris yang diamati, yaitu warna coklat, rasa khas rujak, dan kekentalan. Keunggulan tersebut disebabkan oleh komposisi bahan yang lebih seimbang. Dengan demikian, formula FA dapat dipertimbangkan sebagai formula dasar yang unggul untuk digunakan pada tahap penelitian utama.

4.2. Hasil Penelitian Utama

Penelitian utama bertujuan untuk mencari formula optimal menggunakan *Design Expert* metode *D-Optimal*, rancangan ini digunakan untuk melihat pengaruh perubahan kombinasi komponen untuk memperoleh respon tertentu sehingga dapat menghasilkan suatu formulasi yang optimal, dengan formula FA sebagai acuan yang akan dikembangkan lebih lanjut.

4.2.1. Penelitian tahap 1

Penelitian tahap 1 bertujuan untuk menentukan variabel tetap dan berubah yang akan di formulasikan pada *Design Expert* dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Penentuan Variabel Tetap dan Berubah

No.	Nama Bahan	Jumlah (%)
1.	Pisang Batu	2.4
2.	Kecombrang	2.8
3.	Gula Aren Merah	59.8
4.	Putih Telur	10
5.	Maltodekstrin	5
6.	Cabai Rawit	4.8
VARIABEL TETAP		84.8 %
1.	Asam Jawa	4
2.	Bawang Putih	3.2
3.	Garam	7.2
VARIABEL BERUBAH		15.2%

Berikut adalah interval batas atas dan batas bawah faktor penelitian yang ditetapkan :

Tabel 13. Interval Batas Atas dan Batas Bawah Faktor Penelitian

Variabel Berubah	Batas Bawah	Batas Atas
Asam Jawa	2.8%	6.8%
Bawang Putih	2.2%	5.2%
Garam	5.2%	9.2%

Variabel berubah pada penelitian ini ditetapkan berdasarkan rekomendasi panelis uji pendahuluan yang mengindikasikan perlunya peningkatan kompleksitas cita rasa, khususnya pada atribut gurih, asin, dan asam. Penambahan karakteristik rasa tersebut dinilai penting untuk memperoleh profil sensori yang lebih seimbang

dan sesuai dengan preferensi panelis. Oleh karena itu, bahan-bahan yang berperan dalam membentuk rasa gurih (Bawang Putih), asin (Garam), dan asam (Asam Jawa). Penetapan ini bertujuan untuk mengoptimalkan mutu organoleptik produk bumbu rujak serbuk yang dikembangkan.

Penetapan interval ini bertujuan untuk memastikan bahwa variasi konsentrasi yang digunakan dalam penelitian utama tetap berada dalam kisaran yang realistis serta sesuai dengan formulasi dasar yang telah diuji sebelumnya. Dengan demikian, pengujian dapat difokuskan pada perbaikan keseimbangan rasa, khususnya pada atribut gurih, asin, dan asam yang dinilai perlu ditingkatkan berdasarkan hasil uji deskripsi uji pendahuluan.

Tabel 14. *Output Design Expert* Formulasi Bumbu Rujak Serbuk

Formula	Asam jawa		Bawang Putih		Garam		Pisang Batu		Putih Telur		Maltodekstrin		Cabai Rawit		Pisang Batu		Gula Merah		Kecombrang		TOTAL	
	%	Gram	%	Gram	%	Gram	%	Gram	%	Gram	%	Gram	%	Gram	%	Gram	%	Gram	%	Gram	%	Gram
F1	6.8	17	3.2	8	5.2	13	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250
F2	4.5	11.25	3.8	9.5	6.8	17	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250
F3	4.1	10.25	2.2	5.5	8.8	22	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250
F4	6.5	16.25	2.2	5.5	6.5	16.25	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250
F5	4.8	12	5.2	13	5.2	13	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250
F6	2.8	7	3.2	8	9.2	23	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250
F7	2.8	7	5.2	13	7.2	18	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250
F8	5.3	13.25	2.2	5.5	7.7	19.25	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250
F9	4.5	11.25	3.8	9.5	6.8	17	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250
F10	2.8	7	5.2	13	7.2	18	2.4	6	10	25	6	15	4.8	12	2.4	6	59.8	149.5	2.8	7	100	250

4.3. Respon Kimia

Analisis respon kimia yang dilakukan yaitu Kadar Air (Metode Gravimetri) dan Kadar Serat (Metode Gravimetri).

4.3.1. Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air pada bumbu rujak serbuk, analisis respon kimia pengujian kadar air dari 10 formulasi bumbu rujak serbuk didapatkan nilai kadar air berkisar 3,1%-4%, nilai terendah ditunjukkan pada formula ke 3, 5 dan 6, sedangkan nilai kadar air tertinggi ditunjukkan pada formula ke 1.

Tabel 15. Hasil Analisis Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk

Formula	Kadar Air (%)
F1	4
F2	3.2
F3	3.1
F4	3.7
F5	3.1
F6	3.1
F7	3.3
F8	3.5
F9	3.4
F10	3.2

Model polinomial yang disarankan oleh program *Design Expert* untuk analisis respon kimia pengujian kadar air adalah *linear*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa nilai F model adalah 0,0291 menunjukkan bahwa model *significant* pada taraf 2 yang ditandai dengan nilai $P \text{ prob} > F$ adalah $< 0,0001$ lebih kecil dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi asam jawa, garam dan bawang putih memberikan nilai pada respon kadar air yang berbeda nyata atau

significant dalam formula bumbu rujak serbuk. Persamaan model matematika untuk analisis respon kimia pengukuran kadar air terdapat pada persamaan dibawah ini.

Skor nilai kadar air:

$$Y = 3,91 A + 3,12 B + 3,05 C$$

Keterangan :

A = Asam Jawa

B = Bawang Putih

C = Garam

Persamaan model matematika diatas untuk kadar air adalah model *linear*, dimana komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar air adalah koefisien A (Asam Jawa). Hal ini disebabkan koefisien A (Asam Jawa) paling tinggi nilainya yaitu 3,91 bila dibandingkan dengan komponen lainnya. Semakin banyak penambahan komponen A (Asam Jawa) maka kandungan air pada produk akan semakin tinggi.

Asam jawa memperoleh skor tertinggi dengan koefisien 3,91 karena memiliki karakteristik fisikokimia yang sangat berpengaruh terhadap kadar air produk. Asam jawa secara alami mengandung air sekitar 20-30% dari beratnya, sehingga berkontribusi langsung terhadap kadar air total produk (Havard dan Harmony, 2019). Selain itu, asam jawa memiliki sifat higroskopis yang kuat karena mengandung gula alami seperti fruktosa dan glukosa yang mampu menyerap dan menahan kelembaban dari udara sekitar (Kumar, 2018). Struktur seluler asam jawa yang kaya akan serat larut dan pektin juga memiliki kapasitas *water-holding* yang

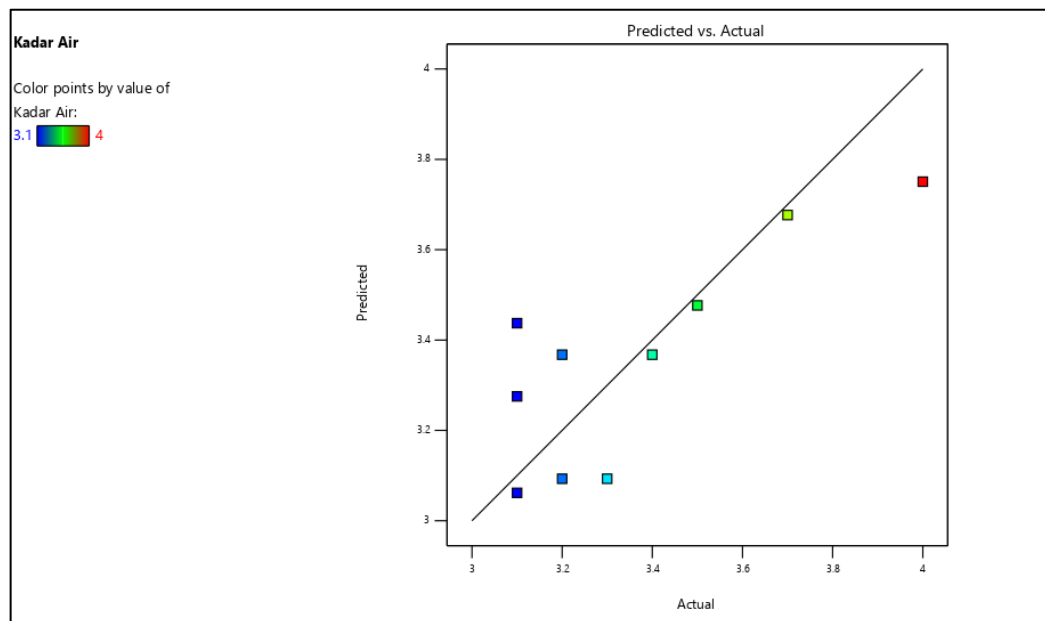
sangat baik, memungkinkannya mengikat air secara efektif dibandingkan dengan komponen lainnya (Rao dan Singh, 2020).

Komponen bioaktif dalam asam jawa seperti asam tartarat dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, sementara protein dan mineral yang terkandung di dalamnya turut berkontribusi pada kemampuan retensi air (Martinez dan Lopez, 2021). Kandungan polisakarida kompleks dalam asam jawa berperan sebagai agen pengikat air yang efektif, menciptakan matriks yang mampu mempertahankan kelembaban dalam jangka waktu yang lebih lama (Singh dan Patel, 2020). Selain itu, pH asam dari asam jawa juga mempengaruhi kemampuan molekul air untuk berikatan dengan komponen organik lainnya, sehingga meningkatkan stabilitas kadar air dalam sistem produk pangan (Thompson dan Williams, 2019).

Asam jawa tidak hanya berperan sebagai pembawa air alami tetapi juga sebagai stabilizer yang mampu mempertahankan tekstur lembab produk. Efek sinergis antara kandungan air alami, sifat higroskopis, kemampuan *water-holding*, dan stabilitas pH menjadikan asam jawa komponen paling dominan dalam model matematika untuk prediksi kadar air (Anderson dan Davis, 2021). Koefisien tertinggi yang diperoleh asam jawa (3,91) mencerminkan kontribusi maksimal dari berbagai mekanisme fisikokimia yang bekerja secara simultan untuk meningkatkan dan mempertahankan kadar air (Wilson dan Kumar, 2022).

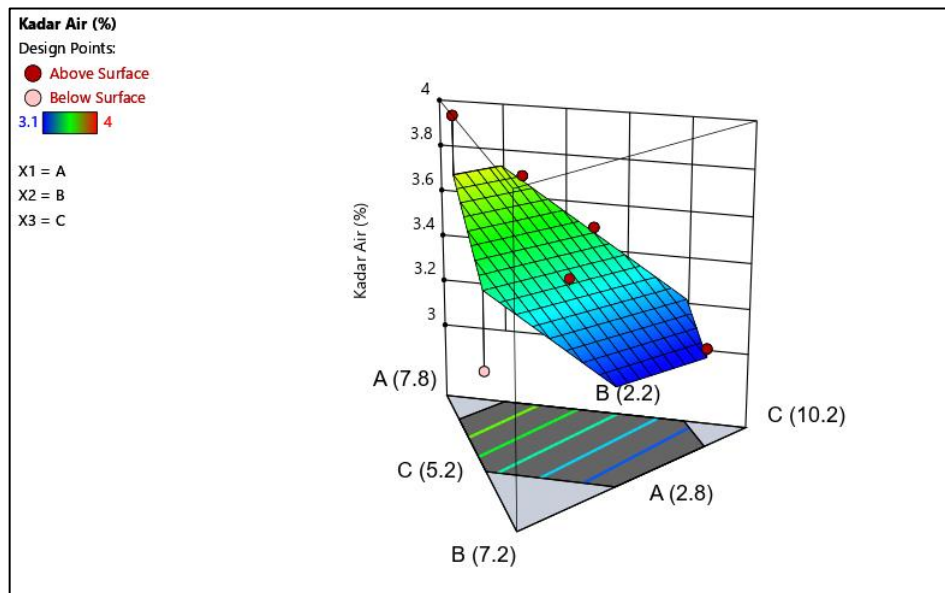
Nilai yang dianggap berpengaruh terhadap respon yaitu yang memiliki nilai plus (+), sehingga dari persamaan diatas komponen yang lain dianggap memiliki pengaruh terhadap respon tersebut.

Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji kadar air dan grafik tiga dimensi hasil uji kadar air yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *D-Optimal* dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Grafik Kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji kadar air

Berdasarkan gambar 18 dapat disimpulkan bahwa dari hasil analisis 10 formula setiap titik mendekati garis normal, hal ini menunjukkan bahwa model sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert*.



Gambar 19. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Kadar Air

Berdasarkan gambar 19, grafik tiga dimensi hubungan interaksi antar komponen penyusun produk yang terdapat didalam bahan baku dapat dilihat dari warna dan permukaan. Warna biru mengindikasikan hasil analisis kadar air paling rendah, sedangkan warna kuning mengindikasikan hasil analisis kadar air yang paling tinggi. Nilai kadar air paling rendah sebesar 3.1% dengan kombinasi formula Asam Jawa 4,1%, 4,8% dan 2,8%, Bawang Putih 2,2%, 5,2% dan 3,2% lalu Garam 8,8%, 5,2% dan 3,2%. Kadar air paling tinggi adalah sebesar 4% dengan kombinasi formula Asam Jawa 6.8%, Bawang Putih 3,2% dan Garam 5,2%.

4.3.2. Kadar Serat Kasar

Serat kasar merupakan senyawa yang tidak dapat terdegradasi secara enzimatik sehingga tidak dapat diserap oleh organ pencernaan manusia ataupun hewan. Kadar serat kasar dalam suatu bahan atau produk pangan dapat dijadikan parameter jumlah kadar serat makanan didalamnya. Kadar serat kasar dalam suatu bahan pangan dapat dijadikan indeks kadar serat (Winarno, 2004).

Analisis respon kimia pengujian kadar serat kasar dari 10 formulasi bumbu rujak serbuk didapatkan nilai kadar serat kasar sebesar 2,40%-4,78%. Nilai terendah ditunjukkan oleh formulasi ke 7 dan 8 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh formulasi ke 9. Nilai rata-rata untuk hasil analisis kadar serat kasar adalah 1,61 dengan standar deviasi sebesar 0,0894.

Tabel 16. Hasil Analisis Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk

Formula	Kadar Serat Kasar (%)
F1	4.30
F2	2.85
F3	2.82
F4	2.84
F5	2.72
F6	2.81
F7	2.40
F8	2.40
F9	4.78
F10	2.60

Model polinomial yang disarankan oleh program *Design Expert* untuk analisis respon kadar serat adalah *special cubic model*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa nilai F model adalah 0,0802 menunjukkan bahwa model tidak *significant* pada taraf 2 yang ditandai dengan nilai $P \text{ prob} > F$ adalah $< 0,0001$ lebih besar 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi asam jawa, garam dan bawang putih memberikan nilai pada respon kadar serat kasar yang tidak berbeda nyata atau *not significant* dalam formula bumbu rujak serbuk. Persamaan model matematika untuk analisis respon kimia pengukuran kadar serat kasar terdapat pada persamaan dibawah ini.

Skor nilai kadar serat kasar :

$$Y = 4,37 A + 6,09 B + 4,39 C - 11,21 AB - 7,91 AC - 12,10 BC + 36,45$$

Keterangan :

A = Asam Jawa

B = Bawang Putih

C = Garam

Setiap komponen dan interaksi memberikan kontribusi terhadap respon kadar serat. Berdasarkan nilai koefisien dalam persamaan, komponen B (Bawang Putih) memiliki kontribusi paling besar terhadap peningkatan kadar serat kasar, ditunjukkan dengan nilai koefisien sebesar 6,09, diikuti oleh komponen A (Asam Jawa) dan C (Garam). Interaksi antar komponen juga mempengaruhi hasil, seperti interaksi AB, AC, dan BC, yang masing-masing memiliki koefisien negatif, menandakan adanya penurunan kadar serat jika dua komponen tersebut digunakan bersama dalam proporsi tertentu.

Semakin besar penambahan Bawang Putih (B), maka cenderung akan meningkatkan kadar serat kasar dalam produk. Namun demikian, interaksi antar komponen harus tetap diperhatikan untuk mendapatkan formulasi optimal.

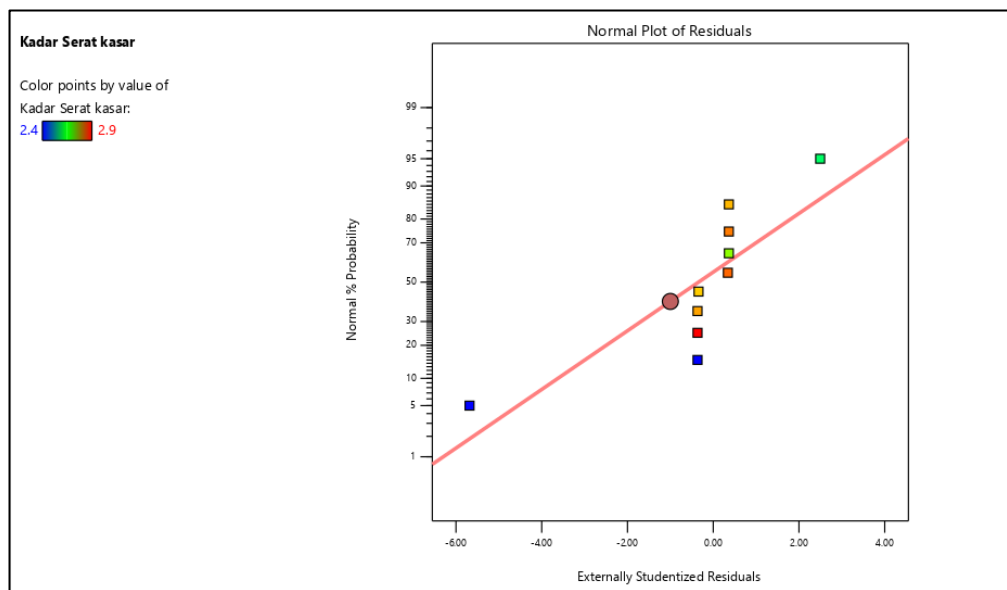
Bawang putih diketahui memiliki kandungan serat pangan yang cukup tinggi, terutama dalam bentuk serat tidak larut seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan serat kasar pada bawang putih berkontribusi langsung terhadap peningkatan kadar serat dalam formulasi produk yang dihasilkan. Menurut penelitian, serat kasar dari bawang putih dapat mencapai kisaran 2–3% dari total

berat kering, sehingga menjadikannya salah satu bahan pangan yang potensial dalam meningkatkan kandungan serat kasar produk olahan (Al-Snafi, 2015).

Selain itu, serat dalam bawang putih memiliki sifat fisiologis seperti meningkatkan kapasitas penyerapan air dan memperlambat laju pencernaan. Hal ini berkontribusi pada peningkatan nilai serat kasar dalam produk, karena komponen serat tersebut relatif tahan terhadap proses pengolahan termal maupun kimia ringan (Shang, 2019). Dengan demikian, semakin besar proporsi bawang putih dalam formulasi, semakin tinggi pula kontribusinya terhadap peningkatan kadar serat kasar.

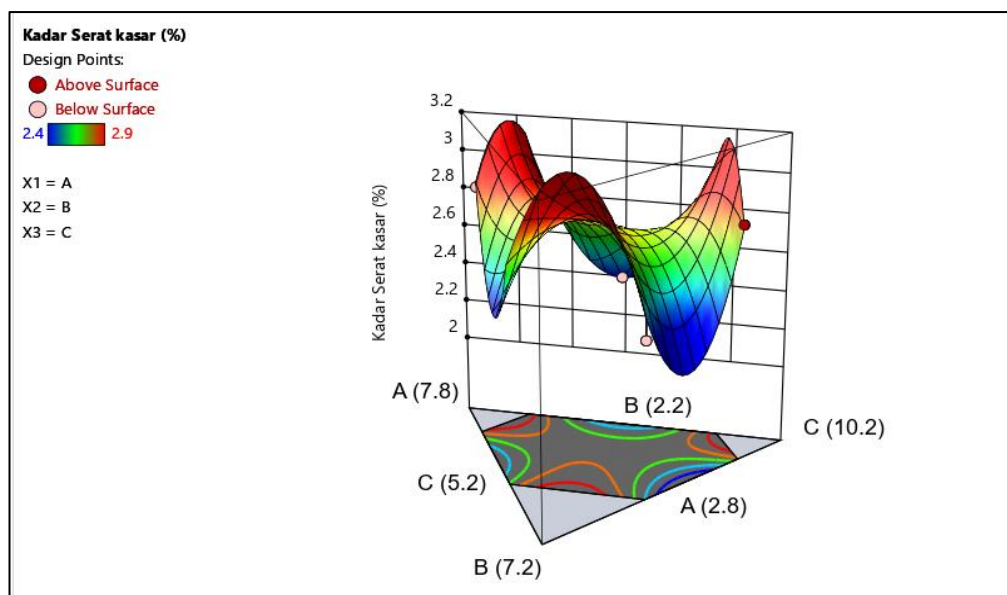
Bawang putih mengandung oligosakarida dan polisakarida kompleks yang termasuk dalam kelompok serat pangan, bawang putih merupakan sumber prebiotik alami yang kaya inulin dan fruktan, yang juga tergolong ke dalam serat pangan (Mnayer, 2014). Oleh karena itu, kontribusi bawang putih dalam peningkatan kadar serat kasar dapat dijelaskan dari tingginya kandungan serat struktural maupun fruktan yang dikandungnya.

Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji kadar serat kasar dan grafik tiga dimensi hasil uji kadar serat kasar yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *D-Optimal* dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20. Grafik Kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji kadar serat kasar

Berdasarkan gambar 20 dapat disimpulkan bahwa dari hasil analisis 10 formula setiap titik mendekati garis normal, hal ini menunjukkan bahwa model sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert*.



Gambar 21. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Kadar Serat

Berdasarkan gambar 21, grafik tiga dimensi hubungan interaksi antar komponen penyusun produk yang terdapat didalam bahan baku dapat dilihat dari warna dan permukaan. Warna biru mengindikasikan hasil analisis kadar serat kasar paling rendah, sedangkan warna merah mengindikasikan hasil analisis kadar serat kasar yang paling tinggi. Nilai kadar serat kasar paling rendah sebesar 2,40% dengan kombinasi formula Asam Jawa 2,8% dan 5,3% Bawang Putih 5,2% dan 2,2% lalu Garam 7,2% dan 7,7%. Kadar serat kasar paling tinggi adalah sebesar 4,30% dengan kombinasi formula Asam Jawa 6.8%, Bawang Putih 3,2% dan Garam 5,2%.

4.4. Respon Fisik

Analisis respon fisik yang dilakukan yaitu Daya Rehidrasi, merupakan parameter penting yang menunjukkan kemampuan bumbu rujak serbuk untuk menyerap air dan kembali ke bentuk mendekati kondisi awal setelah dilakukan pengeringan. Nilai daya rehidrasi yang tinggi menandakan bahwa struktur produk hasil pengeringan tetap terjaga dengan baik dan memiliki kemampuan untuk menyerap kembali air secara optimal. Hal ini mencerminkan kualitas proses pengeringan yang efektif dalam mempertahankan integritas fisik dan kimia dari bahan.

Analisis respon fisik terhadap Daya Rehidrasi dari 10 formulasi bumbu rujak serbuk didapatkan Daya Rehidrasi sebesar 38,1%-40,2%. Nilai terendah ditunjukkan oleh formulasi ke 9 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh formulasi ke 6. Nilai rata-rata untuk hasil analisis Nilai Rendemen adalah 0,049 dengan standar deviasi sebesar 0,5683

Tabel 17. Hasil Analisis Daya Rehidrasi

Formula	Daya Rehidrasi (%)
F1	150
F2	136
F3	140
F4	130
F5	142
F6	138
F7	146
F8	134
F9	144
F10	132

Model polinomial yang disarankan oleh program *Design Expert* untuk analisis respon kadar serat adalah *special cubic model*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa nilai F model adalah 0,0650 menunjukkan bahwa model tidak *significant* pada taraf 2 yang ditandai dengan nilai P prob>F” adalah < 0,0001 lebih besar 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi asam jawa, garam dan bawang putih memberikan nilai pada respon daya rehidrasi yang tidak berbeda nyata atau *not significant* dalam formula bumbu rujak serbuk. Persamaan model matematika untuk analisis respon fisik daya rehidrasi terdapat pada persamaan dibawah ini.

$$Y = 123,80 A + 82,69 B + 102,88 C + 172,53 AB + 146,59 AC + 199,84 BC - 757,66 ABC$$

Keterangan :

A = Asam Jawa

B = Bawang Putih

C = Garam

Koefisien positif pada A (asam jawa), B (bawang putih), dan C (garam) menunjukkan bahwa penambahan masing-masing bahan secara individu cenderung

meningkatkan nilai daya rehidrasi, dengan kontribusi terbesar diberikan oleh asam jawa (123,80). Interaksi dua bahan seperti AB (172,53), AC (146,59), dan BC (199,84) juga memberikan pengaruh positif yang cukup besar terhadap respons, menandakan bahwa kombinasi dua bahan dapat memperkuat efek rehidrasi. Namun, interaksi ketiga bahan secara simultan (ABC) memberikan koefisien negatif yang sangat besar (-757,66), yang mengindikasikan bahwa kombinasi ketiganya secara berlebihan justru menurunkan daya rehidrasi secara signifikan.

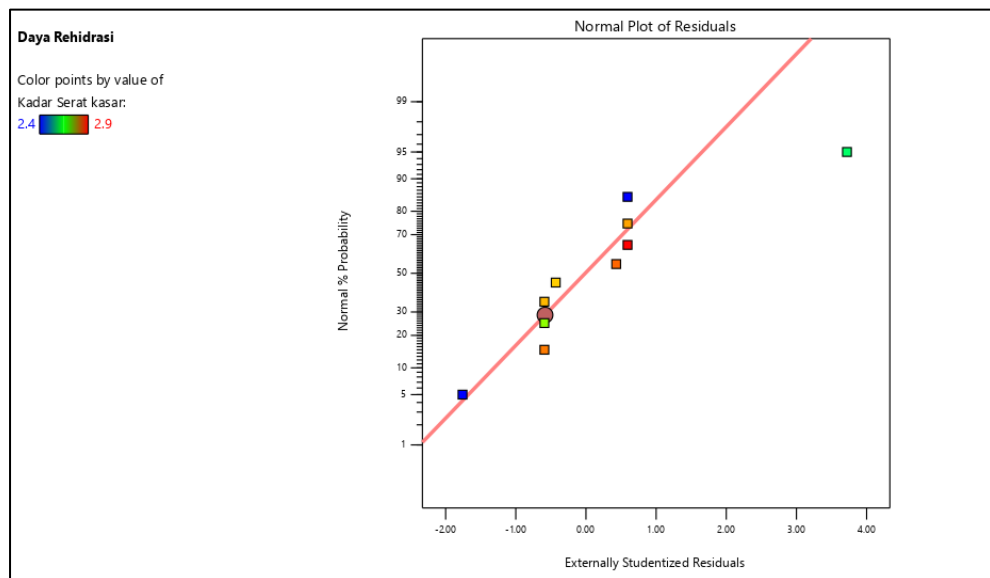
Interaksi antara bawang putih dan garam (BC) memberikan pengaruh paling besar terhadap peningkatan daya rehidrasi dengan nilai koefisien sebesar 199,84. Hal ini menunjukkan adanya efek sinergis yang kuat ketika kedua bahan digunakan secara bersamaan. Bawang putih diketahui mengandung serat pangan, terutama serat larut dan fruktan, yang memiliki kemampuan mengikat air dan memperbesar kapasitas hidrasi produk (Shang, 2019). Di sisi lain, garam bersifat higroskopis sehingga dapat menarik molekul air dan menjaga kestabilan ikatan air dalam matriks pangan.

Kombinasi kedua komponen ini memperkuat pembentukan pori-pori pada produk kering, sehingga mempermudah penetrasi air saat rehidrasi. Kehadiran serat bawang putih menciptakan struktur yang lebih terbuka, sedangkan ion natrium dan klorida dari garam meningkatkan mobilitas air ke dalam jaringan (Shang, 2019).

Dengan demikian, tingginya nilai koefisien BC mengindikasikan bahwa kombinasi bawang putih dan garam berperan dominan dalam meningkatkan kemampuan produk untuk menyerap air kembali. Efek sinergis antara kandungan serat bawang putih dengan sifat higroskopis garam menjadikan interaksi ini paling

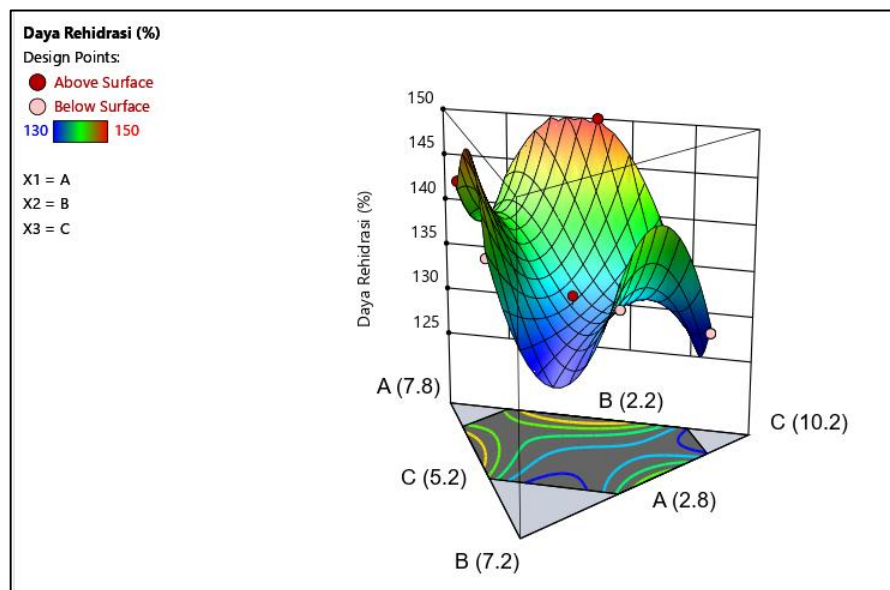
signifikan dibandingkan interaksi lain, sehingga penting diperhatikan dalam formulasi untuk menghasilkan daya rehidrasi optimal.

Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji daya rehidrasi dan grafik tiga dimensi hasil uji kadar air yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *D-Optimal* dapat dilihat pada gambar 22.



Gambar 22. Grafik Kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji Daya Rehidrasi

Berdasarkan gambar 22 dapat disimpulkan bahwa dari hasil analisis 10 formula setiap titik mendekati garis normal, hal ini menunjukkan bahwa model sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert*.



Gambar 23. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Daya Rehidrasi

Berdasarkan gambar 23, grafik tiga dimensi hubungan interaksi antar komponen penyusun produk yang terdapat didalam bahan baku dapat dilihat dari warna dan permukaan. Warna biru mengindikasikan hasil analisis daya rehidrasi paling rendah, sedangkan warna merah mengindikasikan hasil analisis nilai daya rehidrasi yang paling tinggi. Daya rehidrasi paling rendah sebesar 130% dengan kombinasi formula Asam Jawa 6,5% Bawang Putih 2,2% lalu Garam 6,5%. Daya Rehidrasi paling tinggi adalah sebesar 150% dengan kombinasi formula Asam Jawa 6,8%, Bawang Putih 3,2% dan Garam 5,2%.

4.5. Respon Organoleptik

Analisis respon organoleptik yang dilakukan yaitu melalui metode Uji Hedonik dengan atribut Warna, Aroma, Rasa dan Tekstur.

4.5.1. Atribut Warna

Secara visual, faktor warna tampil lebih dahulu dan terkadang pula sangat menentukan penerimaan suatu produk. Suatu produk dengan tekstur yang baik, enak dan bergizi terkadang tidak diterima apabila warna yang dimilikinya menyimpang dari warna yang seharusnya.

Analisis respon organoleptik terhadap atribut warna dari 10 formulasi bumbu rujak serbuk didapatkan nilai atribut warna sebesar 4,6-5,1. Nilai terendah ditunjukkan oleh formulasi ke 1 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh formulasi ke 9. Nilai rata-rata untuk hasil organoleptik terhadap atribut warna adalah 4,9 dengan standar deviasi sebesar 0,1461.

Tabel 18. Hasil Analisis Uji Hedonik Atribut Warna Bumbu Rujak Serbuk

Formula	Nilai Atribut Warna
F1	4,6
F2	4,8
F3	4,9
F4	5,0
F5	4,9
F6	4,8
F7	4,9
F8	4,9
F9	5,1
F10	4,9

Perbedaan warna antar sepuluh formulasi bumbu rujak serbuk yang dihasilkan tidak terlalu mencolok. Warna serbuk cenderung seragam warna cokelat tua, yang sebagian besar disebabkan oleh penggunaan gula semut aren sebagai bahan pemanis. Gula semut aren memiliki warna cokelat gelap alami yang dihasilkan dari proses pemanasan selama pembuatan, sehingga dapat memberikan kontribusi warna yang kuat pada produk akhir. Selain itu, keberadaan asam jawa

juga turut memengaruhi warna. Asam jawa memiliki warna coklat pekat yang dapat memperkuat intensitas warna produk, terutama ketika dikeringkan. Kombinasi kedua bahan tersebut menghasilkan warna khas yang gelap dan cenderung stabil, sehingga perbedaan warna antar formulasi tidak terlalu terlihat meskipun terdapat variasi komposisi bahan lain dalam jumlah kecil.

Model polinomial yang disarankan oleh program *Design Expert* untuk analisis respon organoleptik terhadap atribut warna adalah *linear*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa nilai F model adalah 0,1557 menunjukkan bahwa model tidak *significant* pada taraf 2 yang ditandai dengan nilai P prob>F” adalah < 0,0001 lebih besar 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi asam jawa, garam dan bawang putih memberikan nilai pada respon organoleptik terhadap atribut warna yang tidak berbeda nyata atau *not significant* dalam formula bumbu rujak serbuk. Persamaan model matematika untuk respon organoleptik terhadap atribut warna terdapat pada persamaan dibawah ini.

$$Y = 4,82 A + 4,88 B + 4,93 C$$

Keterangan :

A = Asam Jawa

B = Bawang Putih

C = Garam

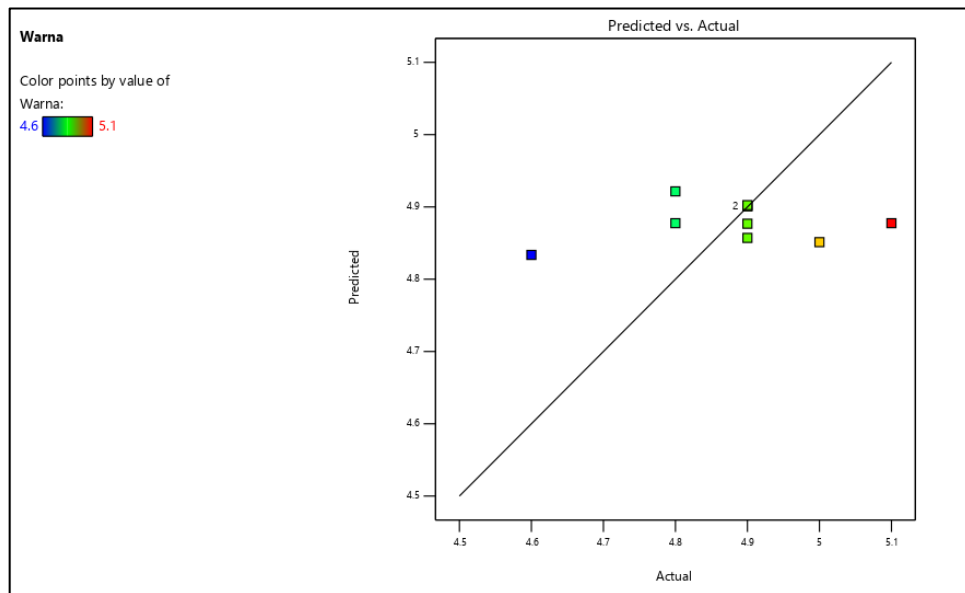
Persamaan model matematika diatas untuk respon organoleptik atribut adalah model linear, dimana komponen yang paling besar berkontribusi terhadap warna adalah koefisien C (Garam). Hal ini disebabkan koefisien C (Garam). paling tinggi nilainya yaitu 4,93 bila dibandingkan dengan komponen lainnya. Namun, secara ilmu pangan, warna yang dominan tetap berasal dari gula semut aren dan

asam jawa. Pengaruh garam terhadap warna kemungkinan bersifat tidak langsung, melalui interaksi terhadap aktivitas air atau kestabilan komponen lain saat proses pengeringan.

Garam menjadi pengaruh besar untuk respon warna, meskipun tidak memiliki pigmen, dapat memengaruhi warna secara tidak langsung. Garam dapat berinteraksi dengan senyawa gula dan asam, mengatur aktivitas air, dan memengaruhi kestabilan pigmen selama pengeringan. Efek ini membuat warna produk menjadi lebih homogen dan stabil, sehingga terdeteksi oleh panelis sebagai peningkatan skor warna. (Erkmen, 2016).

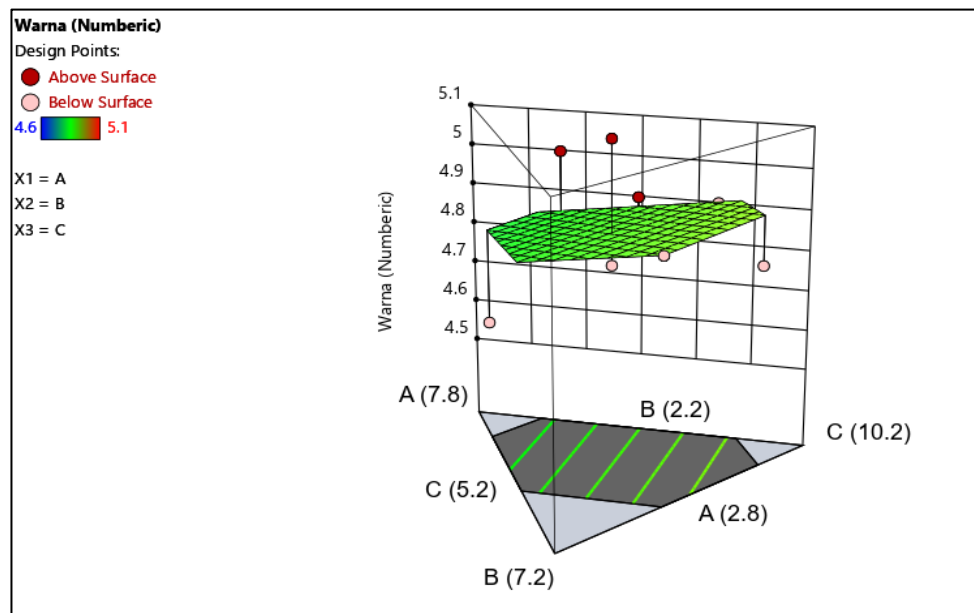
Selain itu, garam dapat memodifikasi struktur matriks bahan pangan, sehingga memungkinkan pigmen dan senyawa gula terdistribusi lebih merata. Kondisi ini mendukung terjadinya reaksi Maillard dan karamelisasi yang lebih konsisten di seluruh produk. Dengan demikian, meskipun sumber warna utama berasal dari gula semut aren dan asam jawa, koefisien tinggi dari garam dalam model linear menjelaskan pengaruhnya terhadap persepsi warna akhir produk melalui mekanisme tidak langsung, yaitu stabilisasi dan homogenisasi komponen yang berkontribusi pada warna. (Erkmen, 2016)

Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji organoleptik atribut warna dan grafik tiga dimensi hasil uji organoleptik atribut warna yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *D-Optimal* dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 24. Grafik Kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji Organoleptik Atribut Warna

Berdasarkan gambar 24 dapat disimpulkan bahwa dari hasil analisis 10 formula setiap titik mendekati garis normal, hal ini menunjukkan bahwa model sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert*.



Gambar 25. Grafik Tiga Dimensi Uji Organoleptik Atribut Warna

. Warna permukaan grafik yang ditampilkan cenderung seragam, yaitu dominan hijau, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai warna yang signifikan antar formulasi. Berdasarkan skala warna yang disediakan, nilai warna berkisar antara 4,6 hingga 5,1, namun nilai tersebut tidak menunjukkan gradasi mencolok pada permukaan grafik. Hal ini mengindikasikan bahwa komposisi bahan yang divariasikan tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap perubahan nilai warna produk secara visual.

4.5.2. Atribut Aroma

Secara organoleptik, aroma merupakan salah satu atribut penting yang memengaruhi persepsi kesan pertama sebelum produk dikonsumsi. Pada produk seperti bumbu rujak, aroma khas yang dihasilkan dari kombinasi bahan seperti asam jawa, gula semut, cabai, dan kecombrang memiliki peran dominan dalam membentuk karakteristik sensorial. Aroma yang kurang sesuai dapat menurunkan tingkat kesukaan, meskipun rasa dan teksturnya baik. Oleh karena itu, keseimbangan bahan sangat penting untuk menghasilkan aroma yang khas dan disukai.

Analisis respon organoleptik terhadap atribut aroma dari 10 formulasi bumbu rujak serbuk didapatkan nilai atribut aroma sebesar 4,07-4,40. Nilai terendah ditunjukkan oleh formulasi ke 4 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh formulasi ke 5. Nilai rata-rata untuk hasil organoleptik terhadap atribut warna adalah 4,25 dengan standar deviasi sebesar 0,219.

Tabel 19. Hasil Analisis Uji Hedonik Atribut Aroma Bumbu Rujak Serbuk

Formula	Nilai Atribut Aroma
F1	4,30
F2	4,10
F3	4,23
F4	4,07
F5	4,40
F6	4,20
F7	4,20
F8	4,40
F9	4,30
F10	4,30

Perbedaan aroma antar sepuluh formulasi bumbu rujak serbuk yang dihasilkan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Aroma khas bumbu rujak dengan karakteristik asam dan gurih yang berasal dari komponen bahan penyusun. Asam jawa berkontribusi terhadap aroma asam segar, sementara bawang putih memberikan aroma gurih yang khas, terutama setelah mengalami proses pengeringan. Mengingat bahwa variasi formulasi hanya melibatkan garam, asam jawa, dan bawang putih dalam jumlah relatif terbatas, maka perubahan aroma antar formulasi cenderung tidak signifikan secara sensori.

Model polinomial yang disarankan oleh program *Design Expert* untuk analisis respon organoleptik terhadap atribut aroma adalah *linear*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa nilai F model adalah 0,2963 menunjukkan bahwa model tidak *significant* pada taraf 2 yang ditandai dengan nilai P prob>F” adalah < 0,0001 lebih besar 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi asam jawa, garam dan bawang putih memberikan nilai pada respon organoleptik terhadap atribut aroma yang tidak berbeda nyata atau *not significant* dalam formula bumbu rujak

serbuk. Persamaan model matematika untuk respon organoleptik terhadap atribut aroma terdapat pada persamaan dibawah ini.

$$Y = 4,26 A + 4,33 B + 4,18 C$$

Keterangan :

A = Asam Jawa

B = Bawang Putih

C = Garam

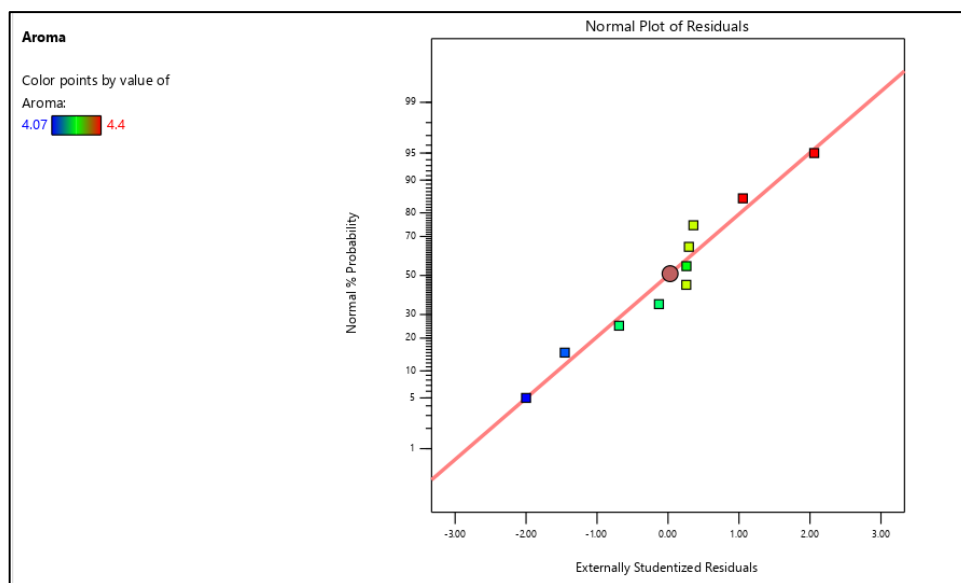
Persamaan model matematika diatas untuk respon organoleptik atribut adalah model linear, dimana komponen yang paling besar berkontribusi terhadap aroma adalah koefisien B (Bawang Putih). Hal ini disebabkan koefisien B (Bawang Putih) paling tinggi nilainya yaitu 4,33 bila dibandingkan dengan komponen lainnya, sehingga bawang putih menjadi komponen yang mempengaruhi aroma dari bumbu rujak serbuk.

Aroma bawang putih terutama berasal dari senyawa sulfur volatil yang dilepaskan saat bawang putih dipotong, dihancurkan, atau dipanaskan. Senyawa ini bersifat mudah menguap sehingga mudah terdeteksi oleh indera penciuman, bahkan dalam jumlah kecil, asam jawa dan garam juga berkontribusi terhadap aroma, namun pengaruhnya lebih bersifat pelengkap atau mendukung, misalnya asam jawa memberikan aroma asam khas dan garam dapat meningkatkan persepsi aroma melalui efeknya pada aktivitas air dan kestabilan senyawa volatil.

Selain itu, interaksi bawang putih dengan komponen lain dapat memengaruhi intensitas aroma secara tidak langsung. Misalnya, kestabilan senyawa volatil bawang putih dapat dipertahankan dalam matriks kering yang mengandung garam, sehingga aroma lebih bertahan dan dapat dideteksi lebih jelas

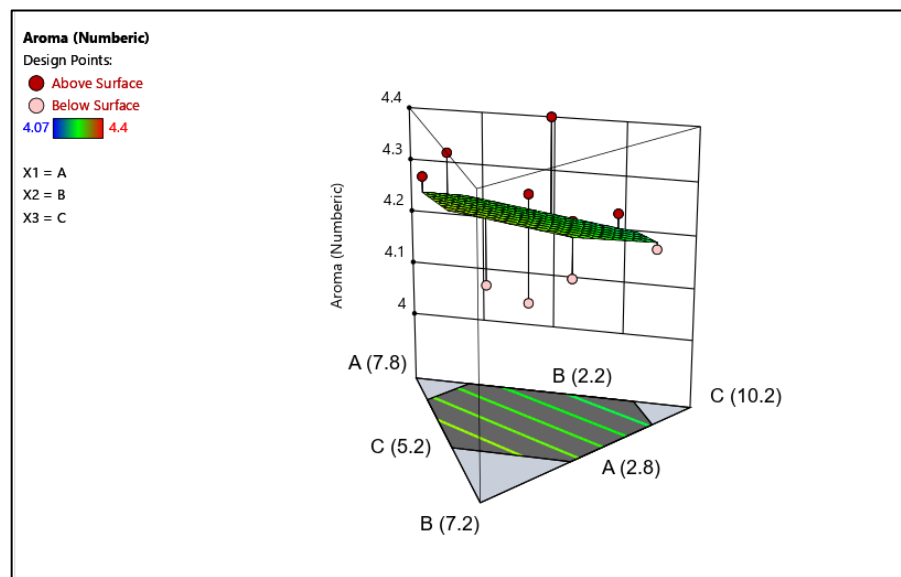
oleh panelis (Mnayer, 2014). Dengan demikian, tingginya koefisien bawang putih dalam model linear menjelaskan perannya sebagai komponen utama yang menentukan aroma akhir bumbu rujak serbuk, sekaligus menegaskan pentingnya pengendalian proporsi bawang putih dalam formulasi untuk mencapai aroma yang diinginkan.

Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji organoleptik atribut aroma dan grafik tiga dimensi hasil uji organoleptik atribut aroma yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *D-Optimal* dapat dilihat pada gambar 26.



Gambar 26. Grafik Kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji Organoleptik Atribut Aroma

Berdasarkan gambar 26 dapat disimpulkan bahwa dari hasil analisis 10 formula setiap titik mendekati garis normal, hal ini menunjukkan bahwa model sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert*



Gambar 27. Grafik Tiga Dimensi Uji Organoleptik Atribut Aroma

Warna permukaan grafik yang ditampilkan cenderung seragam, yaitu dominan hijau, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai aroma yang signifikan antar formulasi. Berdasarkan skala warna yang disediakan, nilai warna berkisar antara 4,07 hingga 4,40, namun nilai tersebut tidak menunjukkan gradasi mencolok pada permukaan grafik. Hal ini mengindikasikan bahwa komposisi bahan yang divariasikan tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap perubahan nilai aroma produk.

4.5.3. Atribut Rasa

Rasa merupakan atribut mutu dari suatu produk yang biasanya merupakan faktor penting bagi konsumen dalam memilih produk (Shabrina, 2017). Rasa dari makanan umumnya tidak hanya terdiri dari satu rasa saja akan tetapi merupakan gabungan berbagai macam yang terpadu sehingga menimbulkan citarasa makanan yang utuh. Bahan makanan mengandung 4 macam rasa dasar. Pengaruh antara satu macam rasa dengan rasa yang lain tergantung pada konsentrasinya. Bila salah satu

komponen mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi dari pada komponen yang lain maka komponen tersebut akan dominan. Bila perbedaan konsentrasi tidak terlalu besar maka ada kemungkinan timbul rasa gabungan atau komponen-komponen tersebut dapat dirasakan kesemuanya secara berurutan (Kartika, 1998).

Analisis respon organoleptik terhadap atribut rasa dari 10 formulasi bumbu rujak serbuk didapatkan nilai atribut rasa sebesar 3,60-4,40. Nilai terendah ditunjukkan oleh formulasi ke 4 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh formulasi ke 5. Nilai rata-rata untuk hasil organoleptik terhadap atribut rasa adalah 3,92 dengan standar deviasi sebesar 0,1219.

Tabel 20. Hasil Analisis Uji Hedonik Atribut Rasa Bumbu Rujak Serbuk

Formula	Nilai Atribut Rasa
F1	4,40
F2	3,77
F3	4,10
F4	3,83
F5	3,67
F6	4,13
F7	4,30
F8	3,47
F9	3,60
F10	3,93

Hasil uji organoleptik terhadap atribut rasa pada 10 formulasi bumbu rujak serbuk menunjukkan adanya variasi tingkat penerimaan panelis, dengan skor yang diperoleh berada pada rentang 3,47 - 4,40. Formulasi dengan nilai tertinggi adalah formulasi 1 (4,40), sedangkan formulasi dengan nilai terendah adalah formulasi 8 (3,47). Meskipun demikian, seluruh formulasi masih berada dalam kategori cukup disukai hingga disukai berdasarkan skala hedonik. Perbedaan skor rasa ini kemungkinan disebabkan oleh variasi konsentrasi garam, asam jawa, dan bawang

putih yang berperan dalam membentuk cita rasa keseluruhan produk.. Dengan demikian, formulasi yang menghasilkan keseimbangan rasa asam, gurih, dan asin yang optimal cenderung memperoleh skor yang lebih tinggi.

Model polinomial yang disarankan oleh program *Design Expert* untuk analisis respon organoleptik terhadap atribut rasa adalah *linear*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa nilai F model adalah 0,1343 menunjukkan bahwa model tidak *significant* pada taraf 2 yang ditandai dengan nilai P prob>F” adalah < 0,0001 lebih besar 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi asam jawa, garam dan bawang putih memberikan nilai pada respon organoleptik terhadap atribut rasa yang tidak berbeda nyata atau *not significant* dalam formula bumbu rujak serbuk. Persamaan model matematika untuk respon organoleptik terhadap atribut rasa terdapat pada persamaan dibawah ini.

$$Y = 3,79 A + 4,04 B + 3,97 C$$

Keterangan :

A = Asam Jawa

B = Bawang Putih

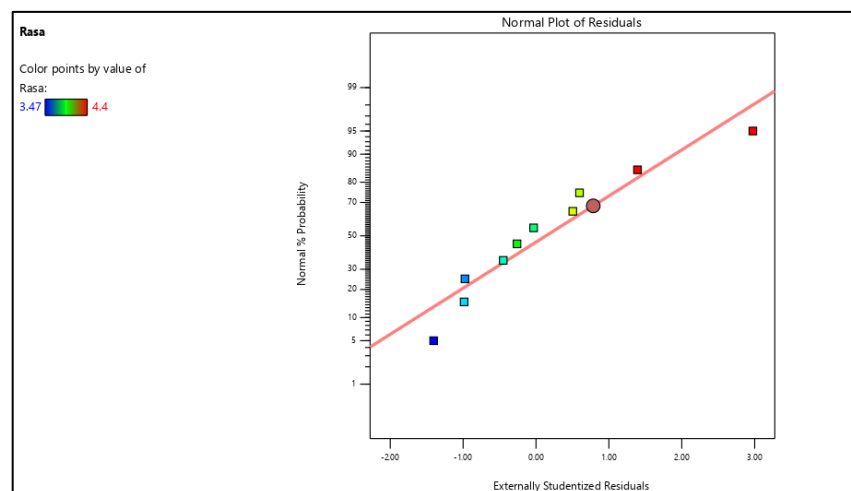
C = Garam

Persamaan model matematika diatas untuk respon organoleptik atribut adalah model linear, dimana komponen yang paling besar berkontribusi terhadap aroma adalah koefisien B (Bawang Putih). Hal ini disebabkan koefisien B (Bawang Putih) paling tinggi nilainya yaitu 4,04 bila dibandingkan dengan komponen lainnya, sehingga bawang putih menjadi komponen yang mempengaruhi rasa dari bumbu rujak serbuk.

Bawang putih meningkatkan rasa bumbu rujak serbuk karena kandungan senyawa kimia aktifnya, terutama senyawa sulfur seperti *allicin*, *diallyl disulfide*, dan senyawa organosulfur lainnya. Senyawa-senyawa ini memberikan rasa umami yang kuat sehingga mampu mendominasi profil rasa produk (Shang, 2019).

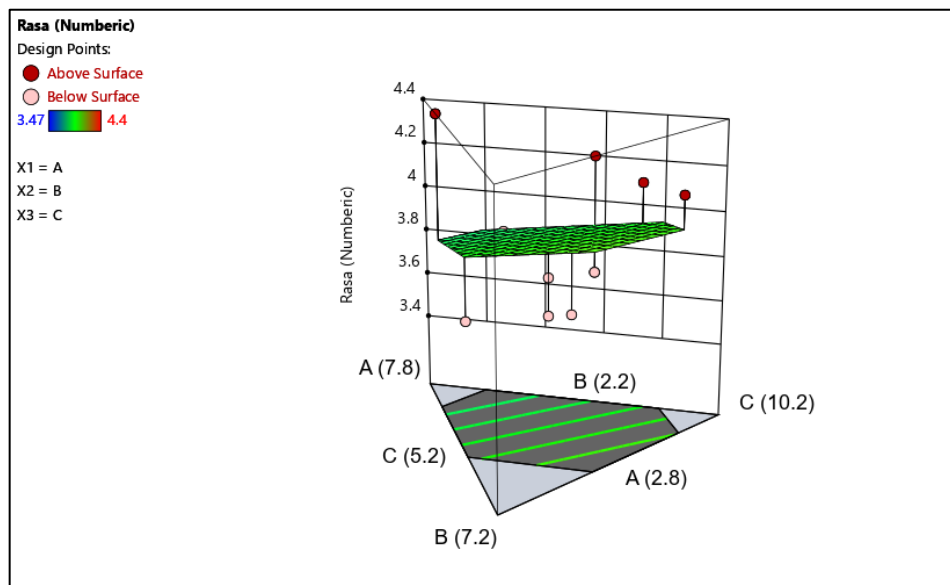
Selain itu, bawang putih juga berinteraksi dengan komponen lain dalam formulasi, seperti asam jawa dan garam. Asam jawa memberikan rasa asam yang seimbang, sedangkan garam meningkatkan persepsi gurih dan menyeimbangkan rasa. Interaksi ini menghasilkan profil rasa kompleks, namun kontribusi utama tetap dari bawang putih karena senyawa sulfur memberikan karakter rasa yang paling menonjol. Itulah sebabnya dalam model linear, koefisien bawang putih paling tinggi untuk atribut rasa, menandakan peran dominannya dalam menentukan cita rasa akhir produk (Mnayer, 2014).

Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji organoleptik atribut rasa dan grafik tiga dimensi hasil uji organoleptik atribut rasa yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *D-Optimal* dapat dilihat pada gambar 28.



Gambar 28. Grafik Kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji Organoleptik Atribut Rasa

Berdasarkan gambar 28 dapat disimpulkan bahwa dari hasil analisis 10 formula setiap titik mendekati garis normal, hal ini menunjukkan bahwa model sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert*.



Gambar 29. Grafik Tiga Dimensi Uji Organoleptik Atribut Rasa

Warna permukaan grafik yang ditampilkan cenderung seragam, yaitu dominan hijau, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai rasa yang signifikan antar formulasi. Berdasarkan skala warna yang disediakan, nilai warna berkisar antara 3,60 hingga 4,40, namun nilai tersebut tidak menunjukkan gradasi mencolok pada permukaan grafik. Hal ini mengindikasikan bahwa komposisi bahan yang divariasikan tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap perubahan nilai rasa produk.

4.5.4. Atribut Tekstur

Tekstur merupakan salah satu atribut penting pada produk serbuk karena berpengaruh terhadap kemudahan penggunaan dan persepsi mutu produk. Pada bumbu rujak serbuk, tekstur yang diharapkan adalah halus, kering, dan mudah larut

saat direhidrasi. Tekstur akhir dipengaruhi oleh komposisi bahan, kadar air, serta proses pengeringan yang digunakan. Penggunaan bahan seperti gula semut aren dan asam jawa dapat memengaruhi tingkat kekeringan dan kelengketan serbuk, sedangkan garam dan bawang putih dapat berkontribusi terhadap kekasaran partikel jika tidak dihaluskan secara merata. Secara umum, tekstur bumbu rujak serbuk yang dihasilkan dalam penelitian ini cenderung seragam, dengan perbedaan yang tidak terlalu signifikan antar formulasi.

Analisis respon organoleptik terhadap atribut rasa dari 10 formulasi bumbu rujak serbuk didapatkan nilai atribut rasa sebesar 3,93-4,53. Nilai terendah ditunjukkan oleh formulasi ke 10 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh formulasi ke 5. Nilai rata-rata untuk hasil organoleptik terhadap atribut rasa adalah 4,35 dengan standar deviasi sebesar 0,1219.

Tabel 21. Hasil Analisis Uji Hedonik Atribut Tekstur Bumbu Rujak Serbuk

Formula	Nilai Atribut Tekstur
F1	4,40
F2	4,03
F3	4,53
F4	4,33
F5	4,53
F6	4,50
F7	4,43
F8	4,33
F9	4,50
F10	3,93

Hasil uji organoleptik terhadap atribut tekstur pada 10 formulasi bumbu rujak serbuk menunjukkan nilai yang relatif tinggi dan stabil, dengan rentang nilai antara 3,93 hingga 4,53. Formulasi dengan skor tertinggi terdapat pada formulasi 3 dan 5 (masing-masing 4,53), sedangkan nilai terendah terdapat pada formulasi 10

(3,93). Seluruh formulasi berada dalam kategori disukai, yang menunjukkan bahwa tekstur produk secara umum telah memenuhi ekspektasi panelis.

Model polinomial yang disarankan oleh program *Design Expert* untuk analisis respon organoleptik terhadap atribut tekstur adalah *linear*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa nilai F model adalah 0,1343 menunjukkan bahwa model tidak *significant* pada taraf 2 yang ditandai dengan nilai P prob>F” adalah < 0,0001 lebih besar 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi asam jawa, garam dan bawang putih memberikan nilai pada respon organoleptik terhadap atribut tekstur yang tidak berbeda nyata atau *not significant* dalam formula bumbu rujak serbuk.

Persamaan model matematika untuk respon organoleptik terhadap atribut aroma terdapat pada persamaan dibawah ini.

$$Y = 4.41 A + 4,21 B + 4.40 C$$

Keterangan :

A = Asam Jawa

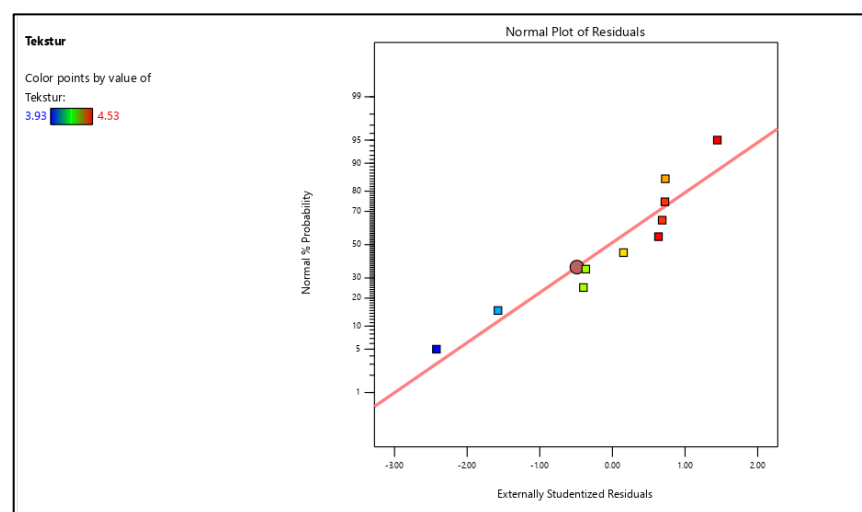
B = Bawang Putih

C = Garam

Persamaan model matematika diatas untuk respon organoleptik atribut adalah model *linear*, dimana komponen yang paling besar berkontribusi terhadap aroma adalah koefisien A (Asam Jawa). Hal ini disebabkan koefisien A (Asam Jawa) paling tinggi nilainya yaitu 4,41 bila dibandingkan dengan komponen lainnya, sehingga Asam Jawa menjadi komponen yang mempengaruhi tekstur dari bumbu rujak serbuk.

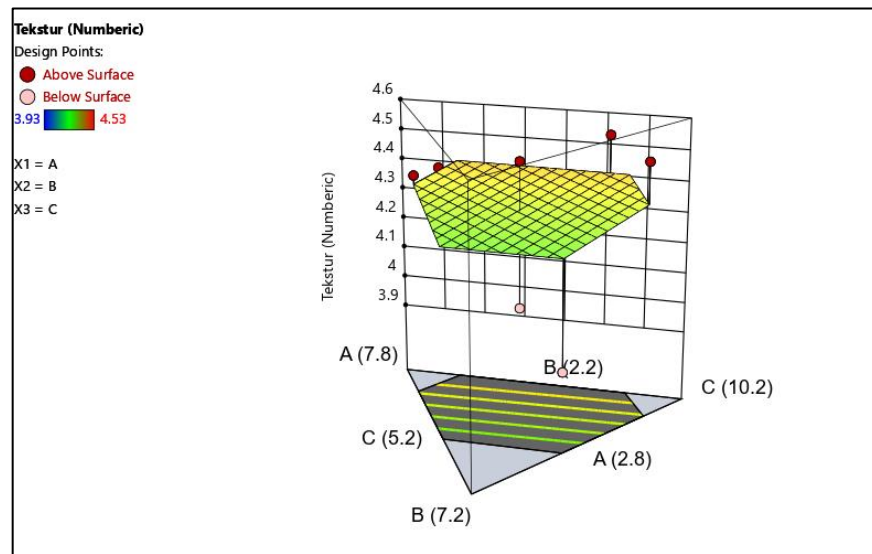
Asam jawa memiliki kontribusi signifikan terhadap tekstur bumbu rujak serbuk karena kandungan serat dan pektin alami pada pulp buahnya. Serat ini bertindak sebagai agen pengikat yang meningkatkan kohesi antarpartikel bumbu, sehingga tekstur produk menjadi lebih padat dan stabil secara struktural (Patel, 2012). Selain itu, asam organik yang terkandung dalam pulp asam jawa, seperti asam tartarat dan asam sitrat, berperan dalam meningkatkan viskositas dan tekstur bumbu rujak serbuk (Chakraborty, 2019).

Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji organoleptik atribut tekstur dan grafik tiga dimensi hasil uji organoleptik atribut tekstur yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode D-Optimal dapat dilihat pada gambar 30.



Gambar 30. Grafik Kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji Organoleptik Atribut Tekstur

Berdasarkan gambar 30 dapat disimpulkan bahwa dari hasil analisis 10 formula setiap titik mendekati garis normal, hal ini menunjukkan bahwa model sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert*.



Gambar 31. Grafik Tiga Dimensi Uji Organoleptik Atribut Tekstu

Berdasarkan grafik permukaan tiga dimensi yang dihasilkan oleh perangkat lunak *Design-Expert*, persebaran warna yang tampak pada bidang permukaan mencerminkan variasi nilai atribut tekstur dari masing-masing formula. Warna dominan yang muncul berada pada spektrum hijau hingga kuning, yang mengindikasikan bahwa sebagian besar nilai tekstur berada pada rentang menengah ke tinggi (sekitar 4,0–4,5). Warna hijau menunjukkan nilai tekstur yang lebih rendah namun masih tergolong tinggi dalam skala hedonik, sedangkan warna kuning menandakan area dengan nilai tekstur tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh formula diterima baik oleh panelis dari segi tekstur, dengan sedikit variasi antar perlakuan. Tidak terlihat gradasi warna ekstrem seperti merah atau biru yang biasanya menunjukkan nilai sangat rendah atau sangat tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan mencolok antara satu formula dengan yang lain dalam hal tekstur.

4.6. Nilai Rendemen

Nilai rendemen merupakan salah satu parameter penting yang diamati dalam proses produksi bumbu rujak serbuk. Rendemen merupakan perbedaan antara produk yang dihasilkan dengan basis yang digunakan. Nilai rendemen merupakan variabel yang menentukan efektif dan efisien tidaknya proses pengeringan. Semakin besar nilai rendemen tiap perlakuan menunjukkan semakin efektif dan efisien proses yang dilakukan terhadap bahan baku.

Analisis respon fisik terhadap Nilai Rendemen dari 10 formulasi bumbu rujak serbuk didapatkan nilai rendemen sebesar 38,1%-40,2%. Nilai terendah ditunjukkan oleh formulasi ke 9 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh formulasi ke 6. Nilai rata-rata untuk hasil analisis Nilai Rendemen adalah 0,049 dengan standar deviasi sebesar 0,5683.

Tabel 22. Hasil Analisis Nilai Rendemen

Formula	Nilai Rendemen (%)
F1	39,8
F2	39,5
F3	37,8
F4	38,5
F5	39,5
F6	40,2
F7	39,8
F8	37,4
F9	38,1
F10	38,8

Model polinomial yang disarankan oleh program *Design Expert* untuk analisis respon nilai rendemen adalah *quadratic*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa nilai F model adalah 0,0903 menunjukkan bahwa model tidak *significant*

pada taraf 2 yang ditandai dengan nilai $P \text{ prob} > F$ adalah $< 0,0001$ lebih besar $0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi asam jawa, garam dan bawang putih memberikan nilai pada respon nilai rendemen yang *not significant* dalam formula bumbu rujak serbuk. Persamaan model matematika untuk analisis respon fisik Nilai Rendemen terdapat pada persamaan dibawah ini.

$$Y = 39,87 A + 43,33 B + 39,63 C - 16,63 AB + 0,8315 AC - 10,08 BC$$

Keterangan :

A = Asam Jawa

B = Bawang Putih

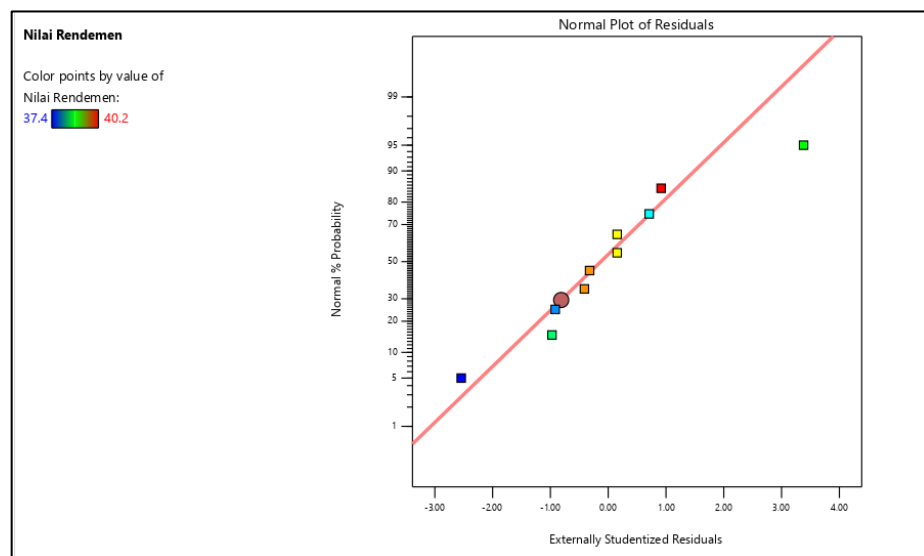
C = Garam

Koefisien pada masing-masing variabel menunjukkan seberapa besar pengaruh bahan terhadap nilai respons (Y). Nilai koefisien tertinggi yaitu pada B (43,33) menunjukkan bahwa bawang putih memberikan kontribusi paling besar terhadap respons dibandingkan bahan lainnya. Sementara itu, efek interaksi antara dua bahan ditunjukkan oleh koefisien AB, AC, dan BC. Nilai AB (-16,63) dan BC (-10,08) bertanda negatif, yang berarti kombinasi antara asam jawa dan bawang putih, serta bawang putih dan garam, cenderung menurunkan nilai respons. Sebaliknya, interaksi AC (0,8315) memiliki pengaruh positif meskipun sangat kecil, sehingga efek gabungan antara asam jawa dan garam terhadap respons cenderung meningkatkan, namun tidak signifikan.

Bawang putih dapat meningkatkan rendemen bumbu rujak serbuk karena kandungan fruktan dan senyawa hidrofiliknya yang mampu menahan air dalam sistem bahan. Sifat hidrofilik ini membuat bawang putih dapat mempertahankan kelembaban selama proses pengeringan, sehingga massa kering akhir lebih tinggi

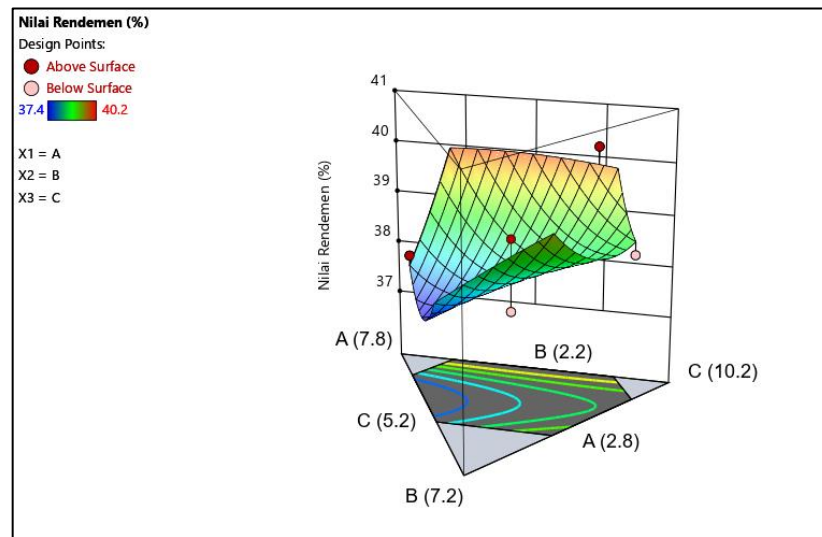
dan rendemen meningkat. Selain itu, bawang putih juga mengandung serat larut yang berfungsi sebagai pengikat partikel, menjaga integritas matriks dan meminimalkan kehilangan bahan selama pengolahan. Dengan demikian, kombinasi kemampuan menahan air dan pengikatan partikel dari bawang putih berkontribusi langsung terhadap peningkatan rendemen bumbu rujak serbuk (Patel dan Naik, 2016).

Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji nilai rendemen dan grafik tiga dimensi hasil uji Nilai Rendemen yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode D-Optimal dapat dilihat pada gambar 32.



Gambar 32. Grafik Kenormalan *internally studentized residuals* hasil uji kadar serat kasar

Berdasarkan gambar 32 dapat disimpulkan bahwa dari hasil analisis 10 formula setiap titik mendekati garis normal, hal ini menunjukkan bahwa model sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert*.



Gambar 33. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Nilai Rendemen

Berdasarkan gambar 33, grafik tiga dimensi hubungan interaksi antar komponen penyusun produk yang terdapat didalam bahan baku dapat dilihat dari warna dan permukaan. Warna biru mengindikasikan hasil analisis nilai rendemen paling rendah, sedangkan warna merah mengindikasikan hasil analisis nilai rendemen yang paling tinggi. Nilai rendemen paling rendah sebesar 37,4% dengan kombinasi formula Asam Jawa 5,3% Bawang Putih 2,2% lalu Garam 7,7%. Nilai Rendemen paling tinggi adalah sebesar 40,20% dengan kombinasi formula Asam Jawa 2,8%, Bawang Putih 5,2% dan Garam 7,2%.

4.7. Penentuan Formula Optimal

Setelah analisis respon, tahapan selanjutnya yaitu proses optimasi formula yang dilakukan dengan program *Design Expert* Ver. 13. Proses optimasi formula dilakukan untuk mendapatkan formula dengan respon yang paling optimal. Respon yang paling optimal diperoleh dengan *desirability* mendekati 1. Nilai *desirability* mendekati satu menandakan bahwa formula produk telah mencapai formula

optimal sesuai dengan variabel respon yang dikehendaki, sedangkan jika *indeks desirability* mendekati nol menandakan bahwa formulasi sulit untuk mencapai titik optimal berdasarkan variabel responnya (Wahyudi, 2012).

Pada setiap respon penelitian dilakukan penetapan *goal* dan *importance* yang menentukan tujuan optimasi serta nilai pembobotan. Menurut Wahyudi (2012), penetapan goals dipilih berdasarkan nilai yang diinginkan pada setiap variabel berbuah dan respon yaitu *in range*, *minimize*, dan *maximize*. *Importance* dipilih dengan tingkat kepentingan dari pembobotan setiap variabel berubah dan respon dimulai dari (+) hingga (+++++). Semakin tinggi bobot *importance*, maka semakin penting tingkat pembobotannya. Nilai *importance* yang besar akan mendapatkan produk yang paling optimum, namun sulit untuk mendapatkan nilai *desirability* yang tinggi. Penetapan goal dan *importance* pada setiap variabel berubah dan respon dapat dilihat pada tabel 22.

Tabel 23. *Goal* dan *Importance* untuk Tahapan Optimasi Formula

Respon	Goal	Batas Bawah	Batas Atas	<i>Importance</i>
Kadar Air	<i>Minimize</i>	3,1	4	5 (+++++)
Kadar Serat Kasar	<i>Minimize</i>	2,4	2,9	3 (+++)
Daya Rehidrasi	<i>Maximize</i>	130	150	4 (++++)
Nilai Rendemen	<i>Maximize</i>	37,4	40,2	3 (+++)
Warna	<i>In range</i>	4,6	5,1	5 (+++++)
Aroma	<i>In range</i>	4,07	4,4	5 (+++++)
Rasa	<i>In range</i>	3,47	4,4	5 (+++++)
Tekstur	<i>In range</i>	3,93	4,53	5 (+++++)

Kadar air ditargetkan untuk diminimalkan karena kadar air yang tinggi dapat mempercepat kerusakan produk serta menurunkan daya simpan. Oleh karena itu, kadar air diberi tingkat kepentingan sangat tinggi (+++++). Serupa dengan itu, kadar serat kasar juga diusahakan seminimal mungkin agar tekstur produk tetap halus dan mudah larut, meskipun tingkat kepentingannya relatif lebih rendah (++++) dibanding kadar air.

Daya rehidrasi ditargetkan untuk dimaksimalkan karena merupakan indikator penting terhadap kemampuan produk dalam menyerap air kembali saat digunakan. Daya rehidrasi yang tinggi akan memudahkan produk kembali ke bentuk atau konsistensi yang diinginkan, sehingga diberikan bobot kepentingan tinggi (++++). Nilai rendemen juga dimaksimalkan untuk memperoleh hasil produk yang lebih banyak dari bahan baku yang digunakan. Namun, karena rendemen lebih berkaitan dengan efisiensi proses daripada kualitas sensori, maka tingkat kepentingannya hanya sedang (+++).

Sementara itu, atribut sensori seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur ditetapkan dengan *goal "in range"*, artinya harus berada dalam rentang nilai optimal yang sesuai standar kualitas. Keempat atribut ini mendapatkan tingkat kepentingan tertinggi (+++++), karena sangat berpengaruh terhadap penerimaan konsumen.

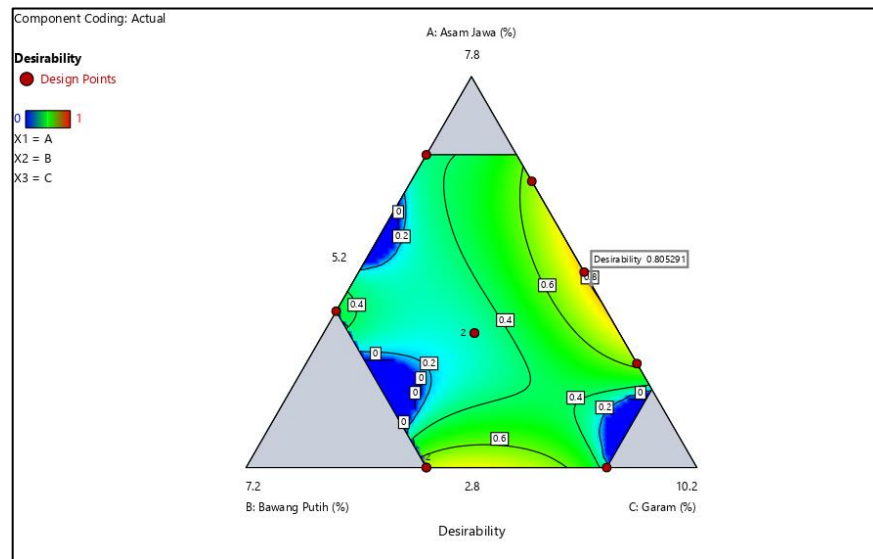
Dari tahap optimasi yang dilakukan, program *design expert* merekomendasikan 1 formulasi terpilih yang dapat dilihat pada tabel 23, formulasi optimal dilihat berdasarkan nilai *desirability* yang paling mendekati angka 1. Semakin tinggi nilai *desirability* menunjukkan semakin tingginya kesesuaian

formula bakso untuk mencapai formula optimal dengan variabel respon yang dikehendaki.

Nilai *desirability* yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kompleksitas komponen, kisaran yang digunakan dalam komponen, jumlah komponen respon dan target yang diinginkan dalam memperoleh formula yang optimal. Kompleksitas jumlah komponen dapat terlihat pada persyaratan jumlah bahan baku yang dianggap penting dan berpengaruh untuk menentukan formulasi. Jumlah masing-masing bahan baku ditentukan dalam selang yang berbeda-beda yang akan berpengaruh terhadap nilai *desirability*. Semakin lebar rentang, maka penentuan formula dengan *desirability* yang tinggi akan semakin sulit. Semakin banyak komponen dan respon, semakin sulit untuk mencapai keadaan yang optimal sehingga nilai *desirability* lebih rendah (Wulandhari, 2007). Nilai *desirability* pada formula terpilih adalah 0,805.

Tabel 24. Formulasi Optimal

Asam jawa	Bawang putih	Garam	Kadar Air	Kadar serat kasar	Daya Rehidrasi	Nilai Rendemen	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	<i>Desirability</i>
5,144	2,200	7,856	3,450	2,409	149,192	39,950	4,880	4,217	3,885	4,408	0,805



Gambar 34. Grafik *Desirability* Formula Bumbu Rujak Serbuk

Solusi formula yang terpilih merupakan formula optimum yang terdiri dari 6,784% Asam Jawa, 3,216 Bawang Putih dan 3,784 Garam. Formula ini memiliki *desirability* sebesar 0,805 yang artinya formula ini menghasilkan produk yang memiliki karakteristik sesuai dengan target optimasi sebesar 80,5%. Formula ini diprediksikan akan menghasilkan Kadar Air 3,748%, Kadar Serat Kasar 2,90%, Daya Rehidrasi 143,389%, Nilai Rendemen 37,882%, skor atribut warna 4,834, atribut aroma 4,271, atribut rasa 3,845 dan tekstur 4,370.

4.7. Hasil Verifikasi Formula Optimal

Formula optimum yang dihasilkan akan digunakan dalam pembuatan produk bumbu rujak serbuk yang kemudian akan dilakukan analisis kembali menggunakan respon yang sama dengan respon pada pembuatan formula. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai aktual dari formula optimum sehingga dapat dibandingkan dengan prediksi yang diberikan oleh program *Design Expert*.

Selain prediksi nilai respon dari setiap solusi formula yang diberikan, program *design expert* juga memberikan *confident interval* dan *prediction interval* untuk setiap nilai prediksi respon pada taraf signifikansi 5%. *Confidence interval* adalah *standard error of the mean* yang membantu mengatasi kesalahan acak dari data yang didapatkan dari banyaknya data yang digunakan. Semakin banyak data yang digunakan, maka kesalahan acak dan rentang yang diperoleh akan semakin kecil. Jika mengulangi pengambilan sampel tanpa batas, CI 95% yang dibangun akan berisi rata-rata populasi yang sebenarnya. *Prediction interval* adalah rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran respon berikutnya dengan kondisi sama. Jika mengulangi pengambilan sampel tanpa batas, PI 95% yang dibangun akan berisi pengamatan baru. Sehingga, CI dan PI harus dibandingkan untuk mengkonfirmasi bahwa hasil verifikasi berbeda pada kisaran menunjukkan nilai ketepatan respon. Rentang nilai CI akan lebih kecil dibandingkan rentang nilai PI, karena pengukuran PI melibatkan beragam variasi sampel yang tidak diketahui. Hasil validasi yang dilakukan beserta prediksi dari setiap respon dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Hasil Verifikasi Respon

Respon	Hasil Analisis	Design Expert	95% CI Low	95% CI High	95% PI Low	95% PI High
Kadar Air	4	3,450	3,43546	4,006584	2,55146	4,94984
Kadar Serat Kasar	4,30	2,409	2,66728	3,16546	2,0784	3,75434
Daya Rehidrasi	150	149,192	135,162	151,207	116,195	170,175
Nilai Rendemen	38,1	39,950	36,4989	39,3087	33,3521	42,4555
Warna	4,6	4,880	4,60846	5,05873	0,0240604	9,64313
Aroma	4,30	4,217	4,083	4,45873	3,55611	4,98562
Rasa	4,40	3,885	3,29193	4,39718	1,74203	5,94709
Tekstur	4,40	4,408	4,01431	4,72799	3,01351	5,72879

Berdasarkan Tabel 25, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar hasil analisis respon berada dalam rentang prediksi yang ditetapkan oleh program *Design-Expert*. Nilai kadar air, kadar serat kasar, daya rehidrasi, nilai rendemen, warna, aroma, rasa, dan tekstur seluruhnya berada di antara batas bawah dan batas atas dari 95% *Prediction Interval* (PI), yang menunjukkan bahwa nilai aktual yang diperoleh dari hasil formulasi berada dalam jangkauan prediksi yang dapat diterima. Selain itu, sebagian besar respon juga berada dalam rentang 95% *Confidence Interval* (CI), mengindikasikan bahwa model regresi yang dihasilkan dari optimasi formulasi memiliki kemampuan prediktif yang baik dan dapat dipercaya. Dengan demikian, model optimasi yang digunakan dinyatakan valid untuk memprediksi karakteristik produk berdasarkan kombinasi bahan yang digunakan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

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

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan Penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil Kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil Penelitian Pendahuluan (Penentuan Formulasi Dasar) dengan uji Organoleptik (Uji Deskripsi) didapatkan formula dasar dengan nilai tertinggi yaitu Formula FA yaitu Cabai rawit 4,8%, Asam Jawa 4,8%, Bawang Putih 3,2%, Garam 3,2%, Pisang Batu 2,4%, Kecombrang 2,8% dan Gula Aren Merah 74,8%.
2. Dari 10 formulasi produk bumbu rujak serbuk diperoleh formula optimal dengan nilai *desirability* 0,805. Dengan Komposisi Asam Jawa 6,8%, Bawang Putih 3,2%, Garam 5,2%, Pisang Batu 2,4%, Putih Telur 10%, Maltodekstrin 6%, Cabai Rawit 4,8%, Pisang Batu 2,4%, Gula Merah 59,8% dan Kecombrang 2,8%.
3. Hasil penelitian formula terpilih Formula ini untuk respon kimia terdiri dari kadar air 4%, dan kadar Serat Kasar 4,30% serta hasil respon fisik yaitu daya rehidrasi 150%, dan Nilai Rendemen 38,1%, sedangkan untuk respon organoleptik uji hedonik atribut warna 4,6; aroma 4,30; rasa 4,40; dan tekstur 4,40.

4.2. Saran

1. Sebaiknya dilakukan pemisahan serat pada asam jawa sebelum dicampurkan kedalam formulasi agar menghasilkan tekstur serbuk yang lebih halus dan mengoptimalkan proses pengeringan.
2. Sebaiknya putih telur yang digunakan dalam proses *foam mat drying* di masukkan sebagai variabel berubah, sehingga dapat diketahui pengaruh konsentrasinya terhadap karakteristik bumbu rujak serbuk.
3. Sebaiknya dilakukan pengukuran kadar air bumbu rujak sebelum proses pengeringan, agar dapat diketahui perbandingan konsentrasi awal dan mempermudah evaluasi perubahan yang terjadi setelah pengeringan.
4. Sebaiknya respon organoleptik meliputi atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur ditetapkan sebagai *goal maximize* pada proses optimasi, sehingga dapat diperoleh formula dengan tingkat penerimaan konsumen yang lebih optimal.
5. Perlu dilakukan proses pengeringan pada gula semut aren sebelum ditambahkan dengan bumbu serbuk dasar guna mencegah penggumpalan produk.
6. Perlu dilakukan penggunaan metode pengeringan lain seperti *spray drying* untuk membandingkan efisiensi proses pembuatan bumbu rujak serbuk.
7. Perlu dilakukan perbandingan umur simpan antara bumbu rujak basah dan bumbu rujak serbuk, sehingga dapat diketahui efektivitas pengeringan dalam meningkatkan stabilitas produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisha, S., dkk. (2003). Pengeringan Busa pada Bahan Cair dengan Menambahkan Zat Pembusa. *Jurnal Teknologi Pangan*, 10(1), 35-42.
- Ali, M. (2017). Penerapan Metode Response Surface untuk Optimasi Formulasi Produk Pangan Instan. *Jurnal Teknik Industri*, 21(3), 118-124.
- Al-Snafi, A. E. (2013). *Chemical constituents and pharmacological effects of Allium sativum (Garlic): A review. International Journal of Pharmacy and Industrial Research*, 3(3), 274–281
- Amaluddin, M. R., & Yuwono, S. S. (2014). Pengaruh proporsi gula merah dengan kacang tanah dan penambahan terasi terhadap sifat fisiko-kimia dan organoleptik bumbu rujak manis cepat saji. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*
- Anggraini, S. (2020). Klasifikasi cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*). *Jurnal Biologi Indonesia*, 15(3), 45-50..
- Aurore, G. (2009). *Bananas, raw materials for making processed food products. Trends in Food Science & Technology*, 20(2), 78-91
- Bas, D., & Boyaci, I. H. (2007). *Modeling and optimization I: Usability of response resurface methodology. Journal of Food Engineering*, 78, 836-845.
- Bhadoriya, S. S., Ganeshpurkar, A., Narwaria, J., Rai, G., & Jain, A. P. (2011). *Tamarindus indica: Extent of explored potential. Pharmacognosy Reviews*, 5(9), 73-81
- Brennan, J.G., Butters, J.R., Cowell, N.D., & Lilly, A.E.V. (2006). *Food Bumbu Petis Rujak Surabaya. Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1), 67 79.
- Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., & Escalera, L. A. (2008). *Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. Talanta*, 76(5), 965–977
- Cornell, J.A. (2011). *Experiments with Mixtures: Designs, Models, and the Analysis of Mixture Data* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Chakraborty, S. (2019). *Effect of natural acids on food texture and viscosity. Journal of Food Science*.
- Espino, R.R.C., S.H. Jamaluddin, B. Silayoi, and R.E. Nasution. 1992. *Musa L (edible cultivars)*. P:225-233. In Verheij, E.W.M., and R.e. Coronel (Eds). *Edible fruits and nuts. Plant Resources of South-East Asia No. 2. PROSEA*.
- Febrianto, N. A., Yang, T. A., Wan Abdullah, W. A., & Wan Nadiah, T. S. (2014). *Physical and chemical characteristics of palm sugar (Arenga*

- pinnata*) with different heating time. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 4(3), 65-68.
- Fellow, P. (2009). *Food processing technology: Principles and practice* (3rd ed.). Woodhead Publishing.
- Hariyadi, P. (2018). *Traditional food heritage in contemporary culinary industry development. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 102, 012044.
- Hartati, S., Wulandari, D., & Pramesti, R. (2020). Aplikasi D-Optimal Design pada optimasi formulasi produk pangan fungsional berbasis campuran. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(2), 88–95.
- Hartomo, W., & Widiatmoko, I. (1992). Proses Pengolahan Pangan Instan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 18(2), 45-52.
- Hernawan, E., & Widyaningsih, E. (2016). Formulasi dan karakteristik bumbu rujak instan dengan metode pengeringan semprot. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(3), 75–82.
- Hui, Y.H., (1992). *Starch Hydrolysis Products*. VCH Publisher, New York.
- Hutton, T. (2002). Sodium: *Technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products*. *British Food Journal*,
- Isyanti, M., (2019). Karakteristik Fisik dan Fitokimia Buah Kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Sm). *Warta Industri Hasil Pertanian*, 36(2), 96.
- Jangam, S. V., Thorat, B. N., & Mujumdar, A. S. (2008). *Foam-mat drying: Energy-efficient drying of fruit juices and purees*. Singapore Institute of Manufacturing Technology.
- Kandasamy, P (2014). *Foam mat drying of tomato pulp using egg white and maltodextrin. International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 4(2), 99–106.
- Krishnan, S., Bhosale, R., & Singhal, R. S. (2015). *Microencapsulation of cardamom oleoresin: Evaluation of blends of gum arabic, maltodextrin and a modified starch as wall materials. Carbohydrate Polymers*, 61, 95-102.
- Kuru, P. (2014). *Tamarindus indica* and its health related effects. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(9), 676-681.
- Kusnandar, F., Adawiyah, D. R., & Fitria, M. (2019). *Development and shelf-life prediction of instant spicy sauce. Current Research in Nutrition and Food Science*, 7(2), 584-599.
- Lachumy, S. J. T., Sasidharan, S., Sumathy, V., & Zuraini, Z. (2010). *Pharmacological activity, phytochemical analysis and toxicity of*

- methanol extract of Etlingera elatior (torch ginger) flowers. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, 3(10), 769-774.*
- Lekshmi, N. C. J. P., Sowmia, N., Viveka, S., Brindha, J. R., & Jeeva, S. (2015). *The inhibiting effect of Allium sativum extracts against pathogens causing soft rot disease of fruits and vegetables. Pharmaceutical Biology, 53(12), 1795-1799.*
- Ludy, M. J., Moore, G. E., & Mattes, R. D. (2012). *The effects of capsaicin and capsiate on energy balance: critical review and meta-analyses of studies in humans. Chemical Senses, 37(2), 103-121.*
- Luthana, Y. K. (2008). *Pengaruh Penambahan Maltodekstrin terhadap Karakteristik Fisik dan Organoleptik Permen Jeli dari Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.*
- Malapermal, V., Botha, I., Krishna, S. B. N., & Mbatha, J. N. (2017). *Enhancing antidiabetic and antimicrobial performance of Ocimum basilicum, and Ocimum sanctum (L.) using silver nanoparticles. Saudi Journal of Biological Sciences, 24(6), 1294-1305.*
- Naknean, P., & Meenune, M. (2011). *Characteristics and antioxidant activity of palm sugar syrup produced in Songkhla Province, Southern Thailand. Asian Journal of Food and Agro-Industry, 4(04), 204-212..*
- Nurdiani, R., Ekowati, G., & Sumarno, D. (2021). *Traditional Indonesian fruit salad (rujak): A review of its nutritional composition, health benefits, and cultural significance. Journal of Ethnic Foods*
- Nurhayati, A. (2020). *Variasi Regional Rujak di Indonesia: Studi Etnografis Kuliner Tradisional. Jurnal Kajian Budaya, 15(3), 278-293.*
- Omolo, M. A., Wong, Z. Z., Mergen, A. K., Hastings, J. C., Le, N. C., Reil, H. A., Case, K. A., & Baumler, D. J. (2014). *Antimicrobial properties of chili peppers. Journal of Infectious Diseases and Therapy, 2(4), 1000145.*
- Özcan, M., & Seven, S. (2003). *Physical and chemical analysis and fatty acid composition of peanut, peanut oil and peanut butter from ÇOM and NC-7 cultivars. Grasas y Aceites, 54(1), 12-18.*
- Pandey, P., & Chaudhari, P. (2019). *Capsaicin: A brief overview of food application and health benefits. The Pharma Innovation Journal, 8(3), 08-11.*
- Paramita, V., Fahmi, K., & Yulianto, M. E. (2015). *Microencapsulation optimization of ginger (Zingiber officinale var. Rubrum) essential oil with maltodextrin as wall material. Advanced Science Letters, 21(2), 125-127.*

- Patel, S., et al. (2012). *Tamarind pulp: Composition and functional properties. Food Hydrocolloids*.
- Putri, P. D., Sulistyaningsih, T., & Lestari, D. (2019). Karakteristik sensoris bumbu rujak dengan substitusi kecombrang (*Etlingera elatior*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(1), 45–52.
- Rachmawati, N., & Sunarto, P. (2022). Identifikasi Senyawa Aromatik pada Bumbu Rujak Juhi Khas Betawi. *Jurnal Penelitian Pangan dan Hasil Pertanian*, 19(2), 134-146.
- Rahman, M. S., Al-Sheibani, H. I., Al-Riziqi, M. H., Mothershaw, A., Guizani, N., & Bengtsson, G. (2012). *Assessment of the anti-microbial activity of dried garlic powders produced by different methods of drying. International Journal of Food Properties*, 9(3), 503-513.
- Rahman, M.S., Sulaiman, N.M., & Bakar, J. (2019). Freeze-dried instant rujak sauce: Process optimization and quality evaluation. *Journal of Food Science and Technology*, 56(8), 3912-3924.
- Rukmana, R. (2011). *Asam jawa dan manfaatnya sebagai penambah cita rasa pada produk makanan tradisional*. Yogyakarta: Kanisius.
- Safitri, A., & Widiastuti, S. (2021). Analisis Proksimat dan Preferensi Konsumen terhadap Bumbu Rujak Seruni Khas Yogyakarta. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 16(1), 41-52.
- Sardá, F. A. H., Giuntini, E. B (2016). *Impact of resistant starch from unripe banana flour on hunger, satiety, and glucose homeostasis in healthy volunteers. Journal of Functional Foods*, 24, 63-74.
- Sari, N. P., & Putri, A. D. (2021). Pengaruh metode *foam mat drying* terhadap mutu produk pangan instan berbasis rempah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 9(1), 35–42.
- Sari, S., & Fantashe, P. (2015). Pengaruh diameter buah, panjang buah, dan tinggi tanaman terhadap produksi buah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Hortikultura*, 21(2), 112-118.
- Shang, A., Cao, S. Y., Xu, X. Y., Gan, R. Y., Tang, G. Y., Corke, H., Li, H. B. (2019). *Bioactive compounds and biological functions of garlic (Allium sativum L.)*. *Foods*, 8(7), 246.
- Sholikhah, I., Ariani, D., & Purnomo, H. (2021). Shelf-life determination of instant rujak seasoning powder using accelerated shelf-life testing (ASLT) method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 672(1), 012091.
- Suharto, & Taufik. (2018). *Teknologi Pengolahan Pangan Tradisional Indonesia*. Penerbit Andalas.

- Sulistyawati, E., Herawati, D., & Ardiansyah. (2019). Karakterisasi Komponen Kimia pada Bumbu Tradisional Indonesia. *Jurnal Penelitian Pangan Indonesia*, 4(2), 115-124.
- Wardana, A.S., Widyastuti, S., & Romadhon, D. (2018). Formulasi dan karakterisasi bumbu rujak Widyastuti, E., & Anjani, G. (2022). Application of maltodextrin and gum arabic as encapsulating agents in production of instant rujak seasoning powder. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 10(1), 212-222.
- Widyastuti, N., & Anjani, R. (2022). Inovasi produk bumbu instan tradisional dalam bentuk serbuk untuk meningkatkan umur simpan dan kemudahan penggunaan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 15(1), 55–63.
- Yuliarti, D., & Hermanto, H. (2020). Aplikasi pengeringan busa (*foam mat drying*) pada produk semi cair: Tinjauan proses dan mutu. *Teknologi Pangan*, 21(2), 101–110.
- Zulkarnain, A. F. (2019). *Optimasi Formulasi Crackers dengan Penambahan Tepung Daun Kelor (Moringa oleifera) menggunakan Design Expert D-Optimal*. Skripsi. Program Studi Teknologi Pangan: Universitas Pasundan Bandung.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri

Botol timbang/porselen beserta tutupnya dipanaskan dalam lemari pengering pada temperatur 105°C, didinginkan dalam eksikator lalu ditimbang. Lakukan berulang-ulang sehingga didapat bobot konstan (WO) Timbang dengan teliti 1-2 gram bahan yang telah dihaluskan, masukan botol timbang yang telah konstan (WO) kecuali bahan berupa cairan. Pengeringan dalam lemari pengering pada temperatur 105°C dilakukan berulang-ulang hingga didapat bobot konstan (W2). Selisih bobot awal dan akhir pemanasan, merupakan kadar air yang terdapat dalam bahan tersebut lalu hitung kadar air dalam % b/b.

Perhitungan kadar air :

$$\frac{\text{Bobot cawan kering konstan dan sampel awal} - \text{Bobot cawan dan sampel kering konstan}}{\text{bobot cawan kering konstan dan sampel awal} - \text{Bobot cawan kering konstan}} \times 100$$

Lampiran 2. Analisis Kadar Serat Kasar Metode Gravimetri

Sampel dihaluskan hingga homogen, lalu ditimbang sebanyak 2 gram, sampel dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL, ditambahkan 200 mL H₂SO₄ mendidih, lalu dididihkan selama 30 menit dengan pendingin balik sambil sesekali digoyang. Suspensi disaring, residu dicuci dengan air mendidih hingga bebas asam. Residu dipindahkan ke Erlenmeyer dan dicuci dengan 200 mL larutan NaOH mendidih, lalu dididihkan kembali selama 30 menit dengan pendingin balik. Campuran disaring menggunakan kertas saring yang telah diketahui massanya, kemudian residu dicuci dengan air mendidih dan alkohol ±10 mL. Kertas saring dikeringkan

pada suhu 110°C selama 1–2 jam, didinginkan dalam eksikator, lalu ditimbang hingga berat konstan.

Perhitungan Kadar Serat Kasar:

$$\% \text{ Serat Kasar} = \frac{(w \text{ kertas saring+sampel}) - (w \text{ kertas saring kosong})}{W \text{ sampel}} \times 100$$

Lampiran 3. Analisis Daya Rehidrasi

Prosedur pengukuran daya rehidrasi dimulai dengan persiapan sampel dengan menimbang bumbu serbuk sebanyak 5 gram dan mencatatnya sebagai berat kering. Selanjutnya, sampel direndam dalam air dengan rasio 1:10 (serbuk:air) selama waktu optimal berkisar 30 menit, dengan pengadukan sesekali. Setelah proses rehidrasi selesai, air berlebih ditiriskan menggunakan saringan halus, dibiarkan selama 2-3 menit untuk menghilangkan air permukaan, kemudian sampel yang sudah terehidrasi ditimbang.

$$\text{Daya Rehidrasi (\%)} = \frac{(\text{Berat Setelah Rehidrasi} - \text{Berat Kering})(g)}{\text{Berat kering}(g)} \times 100$$

Lampiran 4. Nilai Rendemen

Rendemen diperoleh dari perbandingan berat antara berat akhir produk yang dihasilkan dengan berat bahan awal/segar. Besarnya rendemen dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat Produk Setelah Pengeringan}}{\text{Berat Bahan Basah}} \times 100\%$$

Lampiran 5. Formulir Pengujian Organoleptik Metode Uji Hedonik

FORMULIR PENGUJIAN ORGANOLEPTIK UJI HEDONIK

HARI / TANGGAL :

NAMA PANELIS :

NAMA SAMPEL : **BUMBU RUJAK SERBUK**

Deskripsi :

Di hadapan saudara terdapat beberapa sampel bumbu rujak serbuk instan. Saudara diminta untuk memberikan penilaian berdasarkan tingkat kesukaan terhadap warna, rasa, aroma, dan tekstur dengan menggunakan skala penilaian (Lihat Tabel 13). Sebelum mencicip dan menilai sampel sebaiknya anda minum air putih terlebih dahulu untuk menetralkan rasa dalam mulut, selanjutnya langsung berikan penilaian terhadap sampel sesuai dengan kriteria penilaian (Lihat Tabel 14), dan tidak boleh membandingkan dengan sampel yang lain. Setelah penilaian, silahkan berikan saran dan perbaikan terhadap sampel, jika perlu.

Tabel 26. Parameter Penilaian

Nilai	Parameter
6	Sangat Suka
5	Suka
4	Agak Suka
3	Agak Tidak Suka
2	Tidak Suka
1	Sangat Tidak Suka

Tabel 27. Kriteria Penilaian Produk

Kode Sampel	Kriteria penilaian (Atribut)			
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
F1				
F2				
F3				
F4				
F5				
F6				
F7				
F8				
F9				
F10				

Lampiran 6. Formulir Pengujian Organoleptik Metode Uji Deskripsi

FORMULIR PENGUJIAN ORGANOLEPTIK UJI DESKRIPSI

HARI / TANGGAL :

NAMA PANELIS :

NAMA SAMPEL : **BUMBU RUJAK**

INTRUKSI :

Letakkan nilai atau angka pada garis atribut mutu yang sesuai dengan kesan yang diperoleh, ujung garis kiri bernilai 1 (sangat lemah) dan ujung garis kanan bernilai 6 (sangat kuat) dengan skala sebagai berikut :

Tabel 28. Skala Penilaian Uji Deskripsi

Nilai	Parameter
6	Sangat Kuat
5	Kuat
4	Agak Kuat
3	Agak Tidak Kuat
2	Lemah
1	Sangat Lemah

Tabel 29. Formulir Penilaian Uji Deskripsi

KODE SAMPEL FA FB FC	Atribut : Warna Coklat	 1 2 3 4 5 6
KODE SAMPEL FA FB FC	Atribut : Aroma Kecombrang	 1 2 3 4 5 6
KODE SAMPEL FA FB FC	Atribut : Rasa Khas Rujak (Pedas, asam, manis)	 1 2 3 4 5 6
KODE SAMPEL FA FB FC	Atribut : Tekstur Kental	 1 2 3 4 5 6

Lampiran 7. Hasil Uji Organoleptik (Uji Deskripsi)

Panelis	FA				FB				FC			
	WC	AK	RKR	TK	WC	AK	RKR	TK	WC	AK	RKR	TK
1	4	3	4	5	5	4	6	3	3	3	4	3
2	4	5	4	2	3	3	3	2	2	4	4	2
3	5	6	6	6	5	4	6	5	3	3	5	6
4	2	3	3	5	4	1	5	2	6	5	2	2
5	4	3	5	4	3	5	4	6	3	4	4	4
6	4	4	3	4	5	4	5	5	4	5	4	3
7	4	6	6	4	6	5	4	6	3	3	5	5
8	5	4	6	6	6	3	4	5	4	3	4	5
9	2	3	5	5	4	4	3	3	6	5	5	5
10	5	4	5	5	2	4	1	5	2	3	2	3
11	6	5	3	4	5	1	3	4	5	1	2	3
12	6	3	6	5	5	1	4	6	3	3	5	5
13	4	4	4	3	5	3	2	2	2	3	3	2
14	5	3	6	4	4	3	2	5	3	4	4	3
15	4	4	5	3	3	3	4	4	2	2	3	2
16	5	4	3	4	4	1	4	5	1	2	1	2
17	6	3	4	3	4	2	3	4	2	1	2	2
18	5	3	3	2	4	6	5	5	3	2	4	3
19	6	5	5	4	3	4	6	5	4	6	2	6
20	6	6	3	3	5	4	2	5	4	4	1	4
21	5	5	5	3	4	4	4	4	3	2	3	5
22	6	5	3	4	5	4	2	5	4	4	2	4
23	5	4	5	6	3	3	4	4	2	6	2	2
24	4	1	3	3	5	1	1	3	4	1	1	5
25	5	5	6	5	4	4	4	4	3	5	3	3
26	6	6	3	1	5	5	2	2	4	4	1	3
27	4	2	6	4	5	1	5	3	3	5	5	6
28	5	3	5	5	6	5	6	5	4	4	3	6
29	5	3	6	5	3	3	5	4	2	4	4	3
30	3	3	3	5	4	3	4	5	5	3	4	5
JUMLAH	140	118	134	122	129	98	113	126	99	104	94	112
RATA-RATA	4.66	3.93	4.66	4.06	4.30	3.26	3.76	4.20	3.30	3.46	3.13	3.73

Lampiran 8. Formulasi Bahan

1. Penentuan Berat Bahan Untuk Penelitian Organoleptik Pendahuluan (Uji Deskripsi)

Tabel 30. Kebutuhan Bahan Uji Organoleptik Pendahuluan Basis 500g

Bahan	Berat Kebutuhan Bahan (FA)	Berat Kebutuhan Bahan (FB)	Berat Kebutuhan Bahan (FB)	TOTAL
Cabai Rawit	24	16	22	62
Asam Jawa	24	30	18	72
Bawang Putih	16	24	30	70
Garam	36	50	42	128
Pisang batu	72	20	8	100
Kecombrang	14	8	26	48
Gula Aren Merah	374	352	354	1080

2. Kebutuhan Berat Bahan Untuk Pengujian Organoleptik (Uji Hedonik)

Tabel 31. Kebutuhan Berat Bahan Untuk Pengujian Organoleptik (Uji Hedonik)

Analisis	Kebutuhan (gram/formula)	Sampel/Formula (Buah)	Panelis (Orang)	Total (Gram)	Allowence (12.2%)
Organoleptik	5	3	30	450	125
Total Basis (g)				505	

Maka total bumbu rujak serbuk yang digunakan untuk pengujian organoleptik (Uji Hedonik) adalah 505 gram.

Tabel 32. Kebutuhan Berat Bahan Penelitian Utama

Formula	Bahan	Kebutuhan Bahan (%)	Jumlah Bahan (g)	Total (g)
F1	Asam jawa	6.8	34	34
	Bawang Putih	3.2	16	16
	Garam	5.2	26	26
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14
Formula	Bahan	Kebutuhan Bahan (%)	Jumlah Bahan (g)	Total (g)
F2	Asam jawa	4.5	22.50	22.50
	Bawang Putih	3.8	19	19
	Garam	6.8	34	34
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14
Formula	Bahan	Kebutuhan Bahan (%)	Jumlah Bahan (g)	Total (g)
F3	Asam jawa	4.1	20.50	20.50
	Bawang Putih	2.2	11	11
	Garam	8.8	44	44
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14

Formula	Bahan	Kebutuhan Bahan (%)	Jumlah Bahan (g)	Total (g)
F4	Asam jawa	6.5	32.5	32.5
	Bawang Putih	2.2	11	11
	Garam	6.5	32.5	32.5
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14
Formula	Bahan	Kebutuhan Bahan (%)	Jumlah Bahan (g)	Total (g)
F5	Asam jawa	4.8	24	24
	Bawang Putih	5.2	26	26
	Garam	5.2	26	26
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14
Formula	Bahan	Kebutuhan Bahan (%)	Jumlah Bahan (g)	Total (g)
F6	Asam jawa	2.8	14	14
	Bawang Putih	5.2	26	26
	Garam	9.2	46	46
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14

F7	Asam jawa	2.8	14	14
	Bawang Putih	5.2	26	26
	Garam	7.2	36	36
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14
Formula	Bahan	Kebutuhan Bahan (%)	Jumlah Bahan (g)	Total (g)
F8	Asam jawa	5.3	26.50	26.50
	Bawang Putih	2.2	11	11
	Garam	7.7	38.5	38.5
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14
Formula	Bahan	Kebutuhan Bahan (%)	Jumlah Bahan (g)	Total (g)
F9	Asam jawa	4.5	22.50	22.50
	Bawang Putih	3.8	19	19
	Garam	6.8	34	34
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14

Formula	Bahan	Kebutuhan Bahan (%)	Jumlah Bahan (g)	Total (g)
F10	Asam jawa	2.8	14	14
	Bawang Putih	5.2	26	26
	Garam	7.2	36	36
	Pisang Batu	2.4	12	12
	Putih Telur	10	50	50
	Maltodektrin	6	30	30
	Cabai Rawit	4.8	24	24
	Gula Semut Aren	59.8	299	299
	Kecombrang	2.8	14	14
TOTAL		100%	500	500

Lampiran 9. Perhitungan Penentuan Formula

1. Perhitungan Formula Dasar uji Organoleptik (Uji Deskripsi) Basis 500g

Formula 1 :

$$\text{Cabai Rawit (4.8\%)} = \frac{4.8}{100} \times 500\text{g} = 24 \text{ gram}$$

$$\text{Asam Jawa (4.8\%)} = \frac{4.8}{100} \times 500\text{g} = 24 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (3.2\%)} = \frac{3.2}{100} \times 500\text{g} = 16 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (7.2\%)} = \frac{7.2}{100} \times 500\text{g} = 36 \text{ gram}$$

$$\text{Pisang batu (2.4\%)} = \frac{2.4}{100} \times 500\text{g} = 12 \text{ gram}$$

$$\text{Kecombrang (2.8\%)} = \frac{2.8}{100} \times 500\text{g} = 14 \text{ gram}$$

$$\text{Gula Aren Merah (74.8\%)} = \frac{74.8}{100} \times 500\text{g} = 374 \text{ gram}$$

Formula 2:

$$\text{Cabai Rawit (3.2\%)} = \frac{3.2}{100} \times 500\text{g} = 16 \text{ gram}$$

$$\text{Asam Jawa (6\%)} = \frac{6}{100} \times 500\text{g} = 30 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (4.8\%)} = \frac{4.8}{100} \times 500\text{g} = 24 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (10\%)} = \frac{10}{100} \times 500\text{g} = 50 \text{ gram}$$

$$\text{Pisang batu (4\%)} = \frac{4}{100} \times 500\text{g} = 20 \text{ gram}$$

$$\text{Kecombrang (1.6\%)} = \frac{1.6}{100} \times 500\text{g} = 8 \text{ gram}$$

$$\text{Gula Aren Merah (70.4\%)} = \frac{70.4}{100} \times 500\text{g} = 352 \text{ gram}$$

Formula 3 :

$$\text{Cabai Rawit (4.4\%)} = \frac{4.4}{100} \times 500\text{g} = 22 \text{ gram}$$

$$\text{Asam Jawa (3.6\%)} = \frac{3.6}{100} \times 500\text{g} = 9 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (6\%)} = \frac{6}{100} \times 500\text{g} = 30 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (8.4\%)} = \frac{8.4}{100} \times 500\text{g} = 42 \text{ gram}$$

$$\text{Pisang batu (1.6\%)} = \frac{1.6}{100} \times 500\text{g} = 8 \text{ gram}$$

$$\text{Kecombrang (5.2\%)} = \frac{5.2}{100} \times 500\text{g} = 26 \text{ gram}$$

$$\text{Gula Aren Merah (70.8\%)} = \frac{70.8}{100} \times 500\text{g} = 354 \text{ gram}$$

2. Perhitungan Formula Penelitian Utama Basis 500g

Variabel Berubah :

Formula 1 :

$$\text{Asam Jawa (6.8\%)} = \frac{6.8}{100} \times 500\text{g} = 34 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (3.2\%)} = \frac{3.2}{100} \times 500\text{g} = 16 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (5.2\%)} = \frac{5.2}{100} \times 500\text{g} = 26 \text{ gram}$$

Formula 2 :

$$\text{Asam Jawa (4.5\%)} = \frac{4.5}{100} \times 500\text{g} = 22.50 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (3.8\%)} = \frac{3.8}{100} \times 500\text{g} = 19 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (6.8\%)} = \frac{6.8}{100} \times 500\text{g} = 34 \text{ gram}$$

Formula 3 :

$$\text{Asam Jawa (4.1\%)} = \frac{4.1}{100} \times 500\text{g} = 20.50 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (2.2\%)} = \frac{2.2}{100} \times 500\text{g} = 11 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (8.8\%)} = \frac{8.8}{100} \times 500\text{g} = 44 \text{ gram}$$

Formula 4 :

$$\text{Asam Jawa (6.5\%)} = \frac{6.5}{100} \times 500\text{g} = 32.50 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (2.2\%)} = \frac{2.2}{100} \times 500\text{g} = 11 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (6.5\%)} = \frac{6.5}{100} \times 500\text{g} = 32.5 \text{ gram}$$

Formula 5 :

$$\text{Asam Jawa (4.8\%)} = \frac{4.8}{100} \times 500\text{g} = 24 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (5.2\%)} = \frac{5.2}{100} \times 500\text{g} = 26 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (5.2\%)} = \frac{5.2}{100} \times 500\text{g} = 26 \text{ gram}$$

Formula 6 :

$$\text{Asam Jawa (2.8\%)} = \frac{2.8}{100} \times 500\text{g} = 14 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (5.2\%)} = \frac{5.2}{100} \times 500\text{g} = 26 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (9.2\%)} = \frac{9.2}{100} \times 500\text{g} = 46 \text{ gram}$$

Formula 7:

$$\text{Asam Jawa (2.8\%)} = \frac{2.8}{100} \times 500\text{g} = 14 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (5.2\%)} = \frac{5.2}{100} \times 500\text{g} = 26 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (7.2\%)} = \frac{7.2}{100} \times 500\text{g} = 36 \text{ gram}$$

Formula 8:

$$\text{Asam Jawa (5.3\%)} = \frac{5.3}{100} \times 500\text{g} = 26.50 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (2.2\%)} = \frac{2.2}{100} \times 500\text{g} = 11 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (7.7\%)} = \frac{7.7}{100} \times 500\text{g} = 38.5 \text{ gram}$$

Formula 9:

$$\text{Asam Jawa (4.5\%)} = \frac{4.5}{100} \times 500\text{g} = 22.50 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (3.8\%)} = \frac{3.8}{100} \times 500\text{g} = 19 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (6.8\%)} = \frac{6.8}{100} \times 500\text{g} = 34 \text{ gram}$$

Formula 10:

$$\text{Asam Jawa (2.8\%)} = \frac{2.8}{100} \times 500\text{g} = 14 \text{ gram}$$

$$\text{Bawang Putih (5.2\%)} = \frac{5.2}{100} \times 500\text{g} = 26 \text{ gram}$$

$$\text{Garam (7.2\%)} = \frac{7.2}{100} \times 500\text{g} = 36 \text{ gram}$$

Variabel Tetap :

$$\text{Pisang batu (2.4\%)} = \frac{2.4}{100} \times 500\text{g} = 12 \text{ gram}$$

$$\text{Kecombrang (2.8\%)} = \frac{2.8}{100} \times 500\text{g} = 15 \text{ gram}$$

$$\text{Gula Semut Aren (59.8\%)} = \frac{59.8}{100} \times 500\text{g} = 299 \text{ gram}$$

$$\text{Cabai Rawit (4.8\%)} = \frac{4.8}{100} \times 500\text{g} = 24 \text{ gram}$$

$$\text{Putih Telur (10\%)} = \frac{10}{100} \times 500\text{g} = 50 \text{ gram}$$

$$\text{Maltodektrin (6\%)} = \frac{6}{100} \times 500\text{g} = 30 \text{ gram}$$

Lampiran 10. Biaya Analisis Kebutuhan Bahan

Tabel 33. Analisis Kebutuhan Bahan

Bahan	Jumlah yang dibutuhkan (gram)	Jumlah yang dibeli (gram)	Harga Bahan yang digunakan (Rp.)	Biaya (Rp.)
Gula Aren	1080	1500	20.000/500g	60.000
Putih Telur	500	1000	27.000/kg	27.000
Maltodektrin	300	500	10.000/250g	20.000
Cabai Rawit	302	500	55.000/kg	27.500
Kecombrang	188	200	5.000/25g	40.000
Asam Jawa	276	300	5.000/100g	15.000
Bawang putih	191	250	24.000/kg	6.000
Garam	329	500	5.000/250g	10.000
Gula Aren Semut	2990	3000	33.000/kg	99.000
TOTAL				Rp.304.500

Tabel 34. Analisis Biaya Kebutuhan Penelitian

Analisis	Biaya (Rp.)	Perlakuan	Biaya (Rp.)
Kadar Air	2.500	20	50.000
Kadar Serat	20.000	20	400.000
TOTAL			Rp. 450.000

Tabel 35. Total Keseluruhan Biaya Kebutuhan Penelitian

Analisa	Biaya
Bahan Baku	Rp. 304.500
Penelitian Utama	Rp. 450.000
TOTAL	Rp. 754.500

Lampiran 11. Perhitungan Rendemen Bumbu Rujak Serbuk

Sampel	Berat Bahan Basah (g)	Berat Produk Setelah Pengeringan (g)
F1	291	116
F2	291	115
F3	291	110
F4	291	112
F5	291	115
F6	291	117
F7	291	116
F8	291	109
F9	291	111
F10	291	113

Rumus Rendemen :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat Produk Setelah Pengeringan}}{\text{Berat Bahan Basah}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Rendemen F1} = \frac{116}{291} \times 100 = 39,8\%$$

$$\% \text{ Rendemen F2} = \frac{115}{291} \times 100 = 39,5\%$$

$$\% \text{ Rendemen F3} = \frac{110}{291} \times 100 = 37,8\%$$

$$\% \text{ Rendemen F4} = \frac{112}{291} \times 100 = 38,5\%$$

$$\% \text{ Rendemen F5} = \frac{115}{291} \times 100 = 39,5\%$$

$$\% \text{ Rendemen F6} = \frac{117}{291} \times 100 = 40,2\%$$

$$\% \text{ Rendemen F7} = \frac{116}{291} \times 100 = 39,8\%$$

$$\% \text{ Rendemen F8} = \frac{109}{291} \times 100 = 37,4\%$$

$$\% \text{ Rendemen F9} = \frac{111}{291} \times 100 = 38,1\%$$

$$\% \text{ Rendemen F10} = \frac{113}{291} \times 100 = 38,8\%$$

$$\% \text{ Rendemen Rata-Rata} = \frac{F1+F2+F3+F4+F5+F6+F7+F8+F9+F10}{10}$$

$$\% \text{ Rendemen Rata-Rata} = \frac{39,8+39,5+37,8+38,5+39,5+40,2+39,8+37,4+38,1+38,8}{10}$$

$$\% \text{ Rendemen Rata-Rata} = 38,94\%$$

Pembuatan bumbu rujak serbuk memerlukan 500 gram dengan rendemen rata-rata 38,94% sehingga bahan yang dibutuhkan untuk menghasilkan bumbu rujak serbuk dalam basis tersebut adalah 1300 gram bahan basah.

Lampiran 12. Data ANOVA Model *Quadratic* Nilai Rendemen

ANOVA for Quadratic model						
Response 4: Nilai Rendemen						
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
	Model	6.99	5	1.40	4.33	0.0903
	(¹)Linear Mixture	2.37	2	1.19	3.67	0.1243
	AB	3.50	1	3.50	10.83	0.0302
	AC	0.0196	1	0.0196	0.0608	0.8174
	BC	1.10	1	1.10	3.40	0.1392
	Residual	1.29	4	0.3230		
	Lack of Fit	0.3120	2	0.1560	0.3184	0.7585
	Pure Error	0.9800	2	0.4900		
	Cor Total	8.28	9			

Gambar 35. Tabel ANOVA Nilai Rendemen Bumbu Rujak Serbuk

Fit Statistics					
	Std. Dev.	0.5683		R²	0.8440
	Mean	38.94		Adjusted R²	0.6491
	C.V. %	1.46		Predicted R²	-0.2524
				Adeq Precision	4.6957

Gambar 36. Tabel *Fit Statistic* Nilai Rendemen Bumbu Rujak Serbuk

Coefficients in Terms of Coded Factors							
	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Asam Jawa	39.87	1	0.9635	37.20	42.55	5.44
	B-Bawang Putih	43.33	1	2.03	37.70	48.95	17.38
	C-Garam	39.63	1	0.9686	36.94	42.32	5.94
	AB	-16.63	1	5.05	-30.66	-2.60	8.51
	AC	0.8315	1	3.37	-8.53	10.19	5.83
	BC	-10.08	1	5.47	-25.28	5.11	15.20

Gambar 37. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Nilai Rendemen Bumbu Rujak Serbuk

Lampiran 13. Perhitungan Daya Rehidrasi

Sampel	Berat Kering (g)	Berat Setelah Rehidrasi (g)
F1	5	12,4
F2	5	11,8
F3	5	12
F4	5	11,5
F5	5	12,1
F6	5	11,9
F7	5	12,3
F8	5	11,7
F9	5	12,2
F10	5	11,6

Rumus Daya Rehidrasi :

$$\text{Daya Rehidrasi (\%)} = \frac{(\text{Berat Setelah Rehidrasi} - \text{Berat Kering})(g)}{\text{Berat kering}(g)} \times 100$$

$$\text{Daya Rehidrasi F1} = \frac{12,4-5}{5} \times 100 = 150\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi F2} = \frac{11,8-5}{5} \times 100 = 136\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi F3} = \frac{12-5}{5} \times 100 = 140\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi F4} = \frac{11,5-5}{5} \times 100 = 130\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi F5} = \frac{12,1-5}{5} \times 100 = 142\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi F6} = \frac{11,9-5}{5} \times 100 = 138\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi F7} = \frac{12,3-5}{5} \times 100 = 146\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi F8} = \frac{11,7-5}{5} \times 100 = 134\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi F9} = \frac{12,2-5}{5} \times 100 = 144\%$$

$$\text{Daya Rehidrasi F10} = \frac{11,6-5}{5} \times 100 = 132\%$$

Lampiran 14. Data ANOVA *Special Cubic Model*

ANOVA for Special Cubic model							
Response 3: Daya Rehidrasi							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	346.09	6	57.68	7.36	0.0650	not significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	132.65	2	66.32	8.46	0.0584	
	AB	17.20	1	17.20	2.19	0.2351	
	AC	42.27	1	42.27	5.39	0.1029	
	BC	23.01	1	23.01	2.94	0.1852	
	ABC	46.77	1	46.77	5.97	0.0923	
	Residual	23.51	3	7.84			
	Lack of Fit	3.51	1	3.51	0.3514	0.6134	not significant
	Pure Error	20.00	2	10.00			
	Cor Total	369.60	9				

Gambar 38. Tabel ANOVA Uji Daya Rehidrasi Bumbu Rujak Serbuk

Fit Statistics				
	Std. Dev.	2.80	R²	0.9364
	Mean	139.20	Adjusted R²	0.8091
	C.V. %	2.01	Predicted R²	-190.6922
			Adeq Precision	8.1847

Gambar 39. Tabel *Fit Statistic* Uji Daya Rehidrasi Bumbu Rujak Serbuk

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Asam Jawa	123.80	1	13.95	79.40	168.20	47.03
	B-Bawang Putih	82.69	1	37.99	-38.20	203.59	251.59
	C-Garam	102.88	1	13.89	58.67	147.09	50.32
	AB	172.53	1	116.46	-198.08	543.14	186.26
	AC	146.59	1	63.12	-54.29	347.46	84.17
	BC	199.84	1	116.63	-171.33	571.01	284.48
	ABC	-757.66	1	310.15	-1744.69	229.37	33.59

Gambar 40. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Daya Rehidrasi Bumbu Rujak Serbuk

Lampiran 15. Perhitungan Kadar Air

Tabel 36. Hasil Analisis Kadar Air

Sampel	Berat Sampel(g)	Berat cawan (g)	Bobot Cawan Kering Konstan + sampel awal (g)	Bobot Cawan Kering Konstan + sampel kering (g)
F1	1 gram	24.619	25.619	25.579
F2	1 gram	22.198	23.198	23.166
F3	1 gram	23.201	24.201	24.170
F4	1 gram	41.098	42.098	42.061
F5	1 gram	31.083	32.083	32.051
F6	1 gram	29.970	30.970	30.938
F7	1 gram	22.363	23.363	23.330
F8	1 gram	22.470	23.470	23.435
F9	1 gram	22.225	23.225	23.191
F10	1 gram	22.350	23.350	23.318

Perhitungan kadar air :

$$\frac{\text{Bobot cawan kering konstan dan sampel awal} - \text{Bobot cawan dan sampel kering konstan}}{\text{bobot cawan kering konstan dan sampel awal} - \text{Bobot cawan kering konstan}} \times 10$$

$$\text{Kadar Air F1} = \frac{25.619 - 25.579}{25.619 - 24.619} \times 100 = 4\%$$

$$\text{Kadar Air F2} = \frac{23.198 - 23.166}{23.198 - 22.198} \times 100 = 3.2\%$$

$$\text{Kadar Air F3} = \frac{24.201 - 24.170}{24.201 - 23.201} \times 100 = 3.1\%$$

$$\text{Kadar Air F4} = \frac{42.098 - 42.061}{42.098 - 41.098} \times 100 = 3.7\%$$

$$\text{Kadar Air F5} = \frac{32.083 - 32.052}{32.083 - 31.083} \times 100 = 3.1\%$$

$$\text{Kadar Air F6} = \frac{30.970 - 30.938}{30.970 - 29.970} \times 100 = 3.1\%$$

$$\text{Kadar Air F7} = \frac{23.363 - 23.330}{23.363 - 22.363} \times 100 = 3.3\%$$

$$\text{Kadar Air F8} = \frac{23.470 - 23.435}{23.470 - 22.470} \times 100 = 3.5\%$$

$$\text{Kadar Air F9} = \frac{23.225 - 23.191}{23.225 - 22.335} \times 100 = 3.4\%$$

$$\text{Kadar Air F10} = \frac{23.350 - 23.318}{23.350 - 22.350} \times 100 = 3.2\%$$

Lampiran 16. Data ANOVA Model *Linear*

ANOVA for Linear model						
Response 1: Kadar Air						
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
	Model	0.5113	2	0.2556	6.11	0.0291
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.5113	2	0.2556	6.11	0.0291
	Residual	0.2927	7	0.0418		
	Lack of Fit	0.2677	5	0.0535	4.28	0.2000
	Pure Error	0.0250	2	0.0125		
	Cor Total	0.8040	9			

Gambar 41. Tabel ANOVA Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk

Fit Statistics				
	Std. Dev.	0.2045	R²	0.6359
	Mean	3.36	Adjusted R²	0.5319
	C.V. %	6.09	Predicted R²	0.0838
			Adeq Precision	6.1494

Gambar 42. Tabel *Fit Statistic* Uji Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk

Coefficients in Terms of Coded Factors						
	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High
	A-Asam Jawa	3.91	1	0.1694	3.51	4.31
	B-Bawang Putih	3.12	1	0.2081	2.63	3.62
	C-Garam	3.05	1	0.1751	2.63	3.46

Gambar 43. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk

Lampiran 17. Perhitungan Kadar Serat Kasar

Tabel 37. Hasil Analisis Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk

Sampel	Berat Sampel (g)	Berat Kertas Saring kosong	Berat Kertas Saring + Sampel (g)	Kadar Serat Kasar (%)
F1	1.026	0.946	0.990	4.30
F2	1.017	0.973	1.002	2.85
F3	1.027	0.923	0.952	2.82
F4	1.019	0.981	1.010	2.84
F5	1.028	0.952	0.980	2.72
F6	1.031	0.925	0.954	2.81
F7	1.081	0.950	0.976	2.40
F8	1.087	0.998	1.021	2.40
F9	1.024	0.949	0.998	4.78
F10	1.043	0.962	0.979	2.60

Perhitungan Kadar Serat Kasar

$$\% \text{ Serat Kasar} = \frac{(w \text{ kertas saring+sampel})-(w \text{ kertas saring kosong})}{W \text{ sampel}} \times 100$$

$$\text{Kadar serat kasar F1} = \frac{0.946-0.090}{1.026} \times 100 = 4.30\%$$

$$\text{Kadar serat kasar F2} = \frac{1.002-0.973}{1.017} \times 100 = 2.85\%$$

$$\text{Kadar serat kasar F3} = \frac{0.952-0.923}{1.027} \times 100 = 2.82\%$$

$$\text{Kadar serat kasar F4} = \frac{1.010-0.981}{1.019} \times 100 = 2.84\%$$

$$\text{Kadar serat kasar F5} = \frac{0.980-0.950}{1.028} \times 100 = 2.72\%$$

$$\text{Kadar serat kasar F6} = \frac{0.954-0.925}{1.031} \times 100 = 2.81\%$$

$$\text{Kadar serat kasar F7} = \frac{0.976-0.950}{1.081} \times 100 = 2.40\%$$

$$\text{Kadar serat kasar F8} = \frac{1.021-0.998}{1.087} \times 100 = 2.40\%$$

$$\text{Kadar serat kasar F9} = \frac{0.998-0.949}{1.024} \times 100 = 4.78\%$$

$$\text{Kadar serat kasar F10} = \frac{0.979-0.952}{1.043} \times 100 = 2.6\%$$

Lampiran 18. Data ANOVA *Special Cubic Model*

ANOVA for Special Cubic model						
Response 2: Kadar Serat kasar						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.2844	6	0.0474	6.27	0.0802	not significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0525	2	0.0262	3.47	0.1657	
AB	0.0726	1	0.0726	9.61	0.0533	
AC	0.1230	1	0.1230	16.28	0.0274	
BC	0.0843	1	0.0843	11.16	0.0444	
ABC	0.1082	1	0.1082	14.33	0.0323	
Residual	0.0227	3	0.0076			
Lack of Fit	0.0014	1	0.0014	0.1333	0.7500	not significant
Pure Error	0.0213	2	0.0106			
Cor Total	0.3070	9				

Gambar 44. Tabel ANOVA Uji Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk

Fit Statistics				
Std. Dev.	0.0869		R²	0.9262
Mean	2.71		Adjusted R²	0.7785
C.V. %	3.20		Predicted R²	-92.1657
			Adeq Precision	7.0967

Gambar 45. Tabel *Fit Statistic* Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk

Coefficients in Terms of Coded Factors						
Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-Asam Jawa	4.37	1	0.4332	2.99	5.74	47.03
B-Bawang Putih	6.09	1	1.18	2.34	9.84	251.59
C-Garam	4.39	1	0.4313	3.02	5.76	50.32
AB	-11.21	1	3.62	-22.72	0.2977	186.26
AC	-7.91	1	1.96	-14.14	-1.67	84.17
BC	-12.10	1	3.62	-23.62	-0.5740	284.48
ABC	36.45	1	9.63	5.80	67.09	33.59

Gambar 46. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk

Tabel 38.Data Hasil Uji Hedonik Atribut Warna

PANELIS	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10		JUMLAH		RATA-RATA	
	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	2,3	4	2,1	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	43,00	21,9	4.3	2,2
2	4	2,1	5	2,3	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	46,00	22,5	4.6	2,3
3	5	2,3	5	2,3	5	2,35	6	2,55	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	6	2,55	54,00	24,3	5.4	2,4
4	5	2,3	5	2,3	6	2,55	6	2,55	4	2,12	5	2,35	6	2,55	6	2,55	5	2,35	6	2,55	54,00	24,2	5.4	2,4
5	4	2,1	5	2,3	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	45,00	22,3	4.5	2,2
6	4	2,1	4	2,1	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	42,00	21,7	4.2	2,2
7	5	2,3	3	1,9	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	2	1,58	39,00	20,8	3.9	2,1
8	6	2,5	6	2,5	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	5	2,35	5	2,35	58,00	25,1	5.8	2,5
9	5	2,3	5	2,3	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,35	51,00	23,7	5.1	2,4
10	4	2,1	5	2,3	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	43,00	21,9	4.3	2,2
11	3	1,9	2	1,6	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	42,00	21,5	4.2	2,1
12	6	2,5	6	2,5	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	60,00	25,5	6.0	2,5
13	6	2,5	6	2,5	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	60,00	25,5	6.0	2,5
14	6	2,5	6	2,5	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	60,00	25,5	6.0	2,5
15	6	2,5	6	2,5	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	60,00	25,5	6.0	2,5

PANELIS	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
16	5	2,3	5	2,3	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	50,00	23,5	5.0	2,3
17	5	2,3	5	2,3	6	2,55	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	6	2,55	54,00	24,3	5.4	2,4
18	5	2,3	5	2,3	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	50,00	23,5	5.0	2,3
19	5	2,3	5	2,3	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	39,00	20,9	3.9	2,1
20	3	1,9	4	2,1	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	3	1,87	43,00	21,8	4.3	2,2
21	3	1,9	4	2,1	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	39,00	20,9	3.9	2,1
22	4	2,1	4	2,1	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	43,00	21,9	4.3	2,2
23	3	1,9	4	2,1	3	1,87	5	2,35	6	2,55	4	2,12	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,35	46,00	22,5	4.6	2,2
24	3	1,9	3	1,9	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	39,00	20,9	3.9	2,1
25	4	2,1	5	2,3	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	42,00	21,6	4.2	2,2
26	5	2,3	6	2,5	6	2,55	5	2,35	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	53,00	24,1	5.3	2,4
27	5	2,3	5	2,3	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	6	2,55	52,00	23,9	5.2	2,4
28	5	2,3	5	2,3	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	6	2,55	52,00	23,9	5.2	2,4
29	5	2,3	6	2,5	5	2,35	6	2,55	5	2,35	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	57,00	24,9	5.7	2,5
30	5	2,3	4	2,1	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	45,00	22,3	4.5	2,2

Tabel 39. Data Hasil Uji Hedonik Atribut Aroma

PANELIS	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10		JUMLAH		RATA-RATA	
	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	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	43	21,9	4,3	2,2
2	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	6	2,5	4	2,1	6	2,5	4	2,1	4	2,1	48	23,0	4,8	2,3
3	3	1,9	3	1,9	3	1,9	3	1,9	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	38	20,7	3,8	2,1
4	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	3	1,9	6	2,5	6	2,5	6	2,5	49	23,1	4,9	2,3
5	3	1,9	4	2,1	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	45	22,3	4,5	2,2
6	3	1,9	4	2,1	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	3	1,9	2	1,6	3	1,9	3	1,9	36	20,1	3,6	2,0
7	5	2,3	3	1,9	4	2,1	3	1,9	3	1,9	2	1,6	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	37	20,4	3,7	2,0
8	5	2,3	4	2,1	6	2,5	6	2,5	6	2,5	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	52	23,8	5,2	2,4
9	4	2,1	3	1,9	2	1,6	2	1,6	2	1,6	5	2,3	5	2,3	5	2,3	6	2,5	6	2,5	40	20,9	4,0	2,1
10	3	1,9	4	2,1	5	2,3	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	3	1,9	3	1,9	3	1,9	37	20,4	3,7	2,0
11	3	1,9	2	1,6	5	2,3	5	2,3	5	2,3	2	1,6	2	1,6	3	1,9	3	1,9	3	1,9	33	19,3	3,3	1,9
12	5	2,3	4	2,1	3	1,9	2	1,6	4	2,1	2	1,6	2	1,6	3	1,9	2	1,6	2	1,6	29	18,2	2,9	1,8
13	6	2,5	5	2,3	6	2,5	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	50	23,4	5,0	2,3
14	6	2,5	5	2,3	5	2,3	6	2,5	5	2,3	6	2,5	6	2,5	5	2,3	4	2,1	4	2,1	52	23,8	5,2	2,4
15	5	2,3	5	2,3	3	1,9	3	1,9	4	2,1	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	41	21,4	4,1	2,1

PANELIS	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
16	4	2,1	4	2,1	3	1,9	3	1,9	3	1,9	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	37	20,5	3,7	2,0
17	4	2,1	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	48	23,0	4,8	2,3
18	4	2,1	4	2,1	5	2,3	3	1,9	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	43	21,9	4,3	2,2
19	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	3	1,9	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	4	2,1	40	21,2	4,0	2,1
20	3	1,9	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	42	21,6	4,2	2,2
21	3	1,9	4	2,1	5	2,3	3	1,9	4	2,1	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	41	21,4	4,1	2,1
22	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	3	1,9	5	2,3	5	2,3	4	2,1	4	2,1	43	21,9	4,3	2,2
23	3	1,9	4	2,1	3	1,9	4	2,1	3	1,9	4	2,1	5	2,3	4	2,1	3	1,9	3	1,9	36	20,2	3,6	2,0
24	5	2,3	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	3	1,9	3	1,9	5	2,3	5	2,3	5	2,3	44	22,1	4,4	2,2
25	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	49	23,2	4,9	2,3
26	6	2,5	4	2,1	3	1,9	3	1,9	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	41	21,4	4,1	2,1
27	3	1,9	4	2,1	4	2,1	3	1,9	4	2,1	4	2,1	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	41	21,4	4,1	2,1
28	6	2,5	6	2,5	5	2,3	6	2,5	5	2,3	5	2,3	6	2,5	6	2,5	5	2,3	5	2,3	55	24,5	5,5	2,4
29	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	43	21,9	4,3	2,2
30	4	2,1	3	1,9	4	2,1	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	42	21,6	4,2	2,2

Tabel 40. Data Uji Hedonik Atribut Rasa

PANELIS	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10		JUMLAH		RATA-RATA	
	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	4	2,1	3	1,9	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	3	1,9	3	1,9	4	2,1	41	21,4	4,1	2,1
2	5	2,3	4	2,1	6	2,5	3	1,9	3	1,9	6	2,5	4	2,1	3	1,9	2	1,6	4	2,1	40	21,0	4	2,1
3	5	2,3	3	1,9	3	1,9	2	1,6	3	1,9	5	2,3	6	2,5	3	1,9	4	2,1	4	2,1	38	20,5	3,8	2,1
4	6	2,5	4	2,1	4	2,1	3	1,9	3	1,9	4	2,1	5	2,3	2	1,6	1	1,2	4	2,1	36	19,9	3,6	2,0
5	4	2,1	3	1,9	4	2,1	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	4	2,1	3	1,9	3	1,9	37	20,4	3,7	2,0
6	3	1,9	2	1,6	5	2,3	4	2,1	3	1,9	2	1,6	4	2,1	3	1,9	2	1,6	3	1,9	31	18,8	3,1	1,9
7	4	2,1	3	1,9	3	1,9	2	1,6	2	1,6	2	1,6	2	1,6	1	1,2	1	1,2	1	1,2	21	15,9	2,1	1,6
8	2	1,6	1	1,2	4	2,1	3	1,9	3	1,9	5	2,3	3	1,9	1	1,2	3	1,9	3	1,9	28	17,9	2,8	1,8
9	3	1,9	2	1,6	2	1,6	1	1,2	1	1,2	2	1,6	3	1,9	2	1,6	1	1,2	2	1,6	19	15,3	1,9	1,5
10	3	1,9	4	2,1	6	2,5	3	1,9	3	1,9	3	1,9	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	38	20,6	3,8	2,1
11	3	1,9	2	1,6	2	1,6	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	1	1,2	3	1,9	4	2,1	32	19,0	3,2	1,9
12	3	1,9	2	1,6	5	2,3	3	1,9	2	1,6	4	2,1	4	2,1	1	1,2	1	1,2	1	1,2	26	17,2	2,6	1,7
13	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	3	1,9	4	2,1	3	1,9	4	2,1	3	1,9	4	2,1	40	21,1	4	2,1
14	5	2,3	6	2,5	4	2,1	4	2,1	3	1,9	5	2,3	6	2,5	4	2,1	6	2,5	4	2,1	47	22,7	4,7	2,3
15	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	49	23,2	4,9	2,3

PANELIS	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
17	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	3	1,9	5	2,3	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	43	21,9	4,3	2,2
18	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	5	2,3	43	21,9	4,3	2,2
19	5	2,3	4	2,1	3	1,9	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	3	1,9	4	2,1	42	21,6	4,2	2,2
20	4	2,1	4	2,1	5	2,3	3	1,9	4	2,1	5	2,3	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	41	21,4	4,1	2,1
21	4	2,1	5	2,3	3	1,9	2	1,6	4	2,1	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	41	21,3	4,1	2,1
22	2	1,6	2	1,6	4	2,1	4	2,1	3	1,9	3	1,9	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	34	19,6	3,4	2,0
23	5	2,3	4	2,1	3	1,9	5	2,3	4	2,1	6	2,5	4	2,1	3	1,9	5	2,3	3	1,9	42	21,6	4,2	2,2
24	4	2,1	5	2,3	3	1,9	5	2,3	6	2,5	3	1,9	3	1,9	4	2,1	6	2,5	5	2,3	44	22,0	4,4	2,2
25	6	2,5	5	2,3	5	2,3	6	2,5	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	6	2,5	6	2,5	51	23,6	5,1	2,4
26	6	2,5	4	2,1	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	45	22,3	4,5	2,2
27	6	2,5	3	1,9	4	2,1	3	1,9	4	2,1	4	2,1	5	2,3	3	1,9	3	1,9	4	2,1	39	20,9	3,9	2,1
28	4	2,1	5	2,3	4	2,1	6	2,5	5	2,3	4	2,1	5	2,3	6	2,5	5	2,3	6	2,5	50	23,4	5	2,3
29	5	2,3	6	2,5	6	2,5	3	1,9	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	47	22,7	4,7	2,3
30	5	2,3	4	2,1	3	1,9	3	1,9	5	2,3	3	1,9	3	1,9	4	2,1	5	2,3	6	2,5	41	21,3	4,1	2,1

Tabel 41. Data Uji Hedonik Atribut Tekstur

PANELIS	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10		JUMLAH		RATA-RATA	
	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	4	2,1	3	1,9	4	2,1	3	1,9	4	2,1	5	2,3	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	39	20,9	3,9	2,09
2	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	6	2,5	3	1,9	3	1,9	4	2,1	3	1,9	43	21,8	4,3	2,18
3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	3	1,9	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	43	21,9	4,3	2,19
4	6	2,5	4	2,1	4	2,1	3	1,9	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	3	1,9	5	2,3	43	21,8	4,3	2,18
5	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	3	1,9	44	22,1	4,4	2,21
6	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	3	1,9	44	22,1	4,4	2,21
7	2	1,6	2	1,6	5	2,3	5	2,3	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	3	1,9	4	2,1	37	20,3	3,7	2,03
8	3	1,9	3	1,9	4	2,1	3	1,9	3	1,9	3	1,9	4	2,1	6	2,5	5	2,3	2	1,6	36	20,1	3,6	2,01
9	4	2,1	5	2,3	6	2,5	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	47	22,8	4,7	2,28
10	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	6	2,5	5	2,3	6	2,5	3	1,9	50	23,4	5	2,34
11	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	3	1,9	4	2,1	5	2,3	3	1,9	4	2,1	4	2,1	41	21,4	4,1	2,14
12	3	1,9	2	1,6	3	1,9	5	2,3	4	2,1	3	1,9	3	1,9	1	1,2	4	2,1	4	2,1	32	19,0	3,2	1,90
13	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	46	22,6	4,6	2,26
14	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	46	22,6	4,6	2,26
15	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	47	22,8	4,7	2,28

PANELIS	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10		JUMLAH		RATA-RATA	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
16	5	2,3	6	2,5	5	2,3	5	2,3	6	2,5	6	2,5	6	2,5	5	2,3	6	2,5	5	2,3	55	24,5	5,5	2,45
17	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	45	22,3	4,5	2,23
18	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1		0,7	4	2,1	4	2,1	39	20,5	3,9	2,05
19	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	4	2,1	5	2,3	5	2,3	5	2,3	5	2,3	47	22,8	4,7	2,28
20	4	2,1	3	1,9	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	3	1,9	3	1,9	4	2,1	37	20,5	3,7	2,05
21	5	2,3	3	1,9	3	1,9	4	2,1	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	3	1,9	3	1,9	39	20,9	3,9	2,09
22	5	2,3	3	1,9	4	2,1	2	1,6	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	3	1,9	38	20,6	3,8	2,06
23	5	2,3	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	4	2,1	3	1,9	5	2,3	4	2,1	4	2,1	42	21,6	4,2	2,16
24	4	2,1	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	4	2,1	5	2,3	6	2,5	5	2,3	5	2,3	46	22,5	4,6	2,25
25	4	2,1	4	2,1	4	2,1	5	2,3	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	6	2,5	3	1,9	44	22,1	4,4	2,21
26	5	2,3	5	2,3	3	1,9	5	2,3	6	2,5	3	1,9	3	1,9	4	2,1	5	2,3	5	2,3	44	22,0	4,4	2,20
27	6	2,5	5	2,3	5	2,3	6	2,5	6	2,5	6	2,5	5	2,3	6	2,5	6	2,5	5	2,3	56	24,7	5,6	2,47
28	5	2,3	3	1,9	5	2,3	4	2,1	4	2,1	5	2,3	4	2,1	6	2,5	6	2,5	4	2,1	46	22,5	4,6	2,25
29	4	2,1	3	1,9	3	1,9	3	1,9	4	2,1	5	2,3	5	2,3	6	2,5	4	2,1	2	1,6	39	20,8	3,9	2,08
30	5	2,3	5	2,3	6	2,5	6	2,5	5	2,3	6	2,5	5	2,3	4	2,1	5	2,3	4	2,1	51	23,6	5,1	2,36

Lampiran 19. Data ANOVA Model *Linear* Uji Hedonik Atribut Warna

ANOVA for Linear model						
Response 5: Warna						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.0066	2	0.0033	0.1557	0.8587	not significant
(*)Linear Mixture	0.0066	2	0.0033	0.1557	0.8587	
Residual	0.1494	7	0.0213			
Lack of Fit	0.1044	5	0.0209	0.9276	0.5919	not significant
Pure Error	0.0450	2	0.0225			
Cor Total	0.1560	9				

Gambar 47. Tabel ANOVA Uji Hedonik Atribut Warna Bumbu Rujak Serbuk

Fit Statistics				
Std. Dev.	0.1461		R²	0.0426
Mean	4.88		Adjusted R²	-0.2309
C.V. %	2.99		Predicted R²	-1.1188
			Adeq Precision	1.0991

Gambar 48. Tabel *Fit Statistic* Uji Hedonik Atribut Warna Bumbu Rujak Serbuk

Coefficients in Terms of Coded Factors						
Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
A-Asam Jawa	4.82	1	0.1210	4.54	5.11	1.30
B-Bawang Putih	4.88	1	0.1486	4.53	5.23	1.42
C-Garam	4.93	1	0.1250	4.64	5.23	1.50

Gambar 49. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Warna Bumbu Rujak Serbuk

Lampiran 20. Data ANOVA Model *Linear* Uji Hedonik Atribut Aroma

ANOVA for Linear model						
Response 6: Aroma						
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
	Model	0.0088	2	0.0044	0.2963	0.7525 not significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0088	2	0.0044	0.2963	0.7525
	Residual	0.1040	7	0.0149		
	Lack of Fit	0.0790	5	0.0158	1.26	0.4971 not significant
	Pure Error	0.0250	2	0.0125		
	Cor Total	0.1128	9			

Gambar 50. Tabel ANOVA Uji Hedonik Atribut Aroma Bumbu Rujak Serbuk

Fit Statistics				
	Std. Dev.	0.1219	R²	0.0780
	Mean	4.25	Adjusted R²	-0.1854
	C.V. %	2.87	Predicted R²	-0.7468
			Adeq Precision	1.4732

Gambar 51. Tabel *Fit Statistic* Uji Hedonik Atribut Aroma Bumbu Rujak Serbuk

Coefficients in Terms of Coded Factors						
	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High
	A-Asam Jawa	4.26	1	0.1010	4.02	4.49
	B-Bawang Putih	4.33	1	0.1240	4.04	4.62
	C-Garam	4.18	1	0.1043	3.94	4.43
						VIF
						1.30
						1.42
						1.50

Gambar 52. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Aroma Bumbu Rujak Serbuk

Lampiran 21. Data ANOVA Model *Linear* Uji Hedonik Atribut Rasa

ANOVA for Linear model							
Response 7: Rasa							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0.0345	2	0.0173	0.1343	0.8766	not significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0345	2	0.0173	0.1343	0.8766	
	Residual	0.8999	7	0.1286			
	Lack of Fit	0.7750	5	0.1550	2.48	0.3117	not significant
	Pure Error	0.1249	2	0.0625			
	Cor Total	0.9344	9				

Gambar 53. Tabel ANOVA Uji Hedonik Atribut Rasa Bumbu Rujak Serbuk

Fit Statistics					
	Std. Dev.	0.3585		R²	0.0369
	Mean	3.93		Adjusted R²	-0.2382
	C.V. %	9.12		Predicted R²	-1.2287
				Adeq Precision	0.8787

Gambar 54. Tabel *Fit Statistic* Uji Hedonik Atribut Rasa Bumbu Rujak Serbuk

Coefficients in Terms of Coded Factors							
	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Asam Jawa	3.79	1	0.2970	3.09	4.50	1.30
	B-Bawang Putih	4.04	1	0.3649	3.18	4.91	1.42
	C-Garam	3.97	1	0.3069	3.24	4.69	1.50

Gambar 55. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Rasa Bumbu Rujak Serbuk

Lampiran 22. Data ANOVA Model *Linear* Uji Hedonik Atribut Tekstur

ANOVA for Linear model						
Response 8: Tekstur						
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
	Model	0.0231	2	0.0115	0.2153	0.8114
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0231	2	0.0115	0.2153	0.8114
	Residual	0.3752	7	0.0536		
	Lack of Fit	0.1398	5	0.0280	0.2374	0.9153
	Pure Error	0.2354	2	0.1177		
	Cor Total	0.3983	9			

Gambar 56. Tabel ANOVA Uji Hedonik Atribut Tekstur Bumbu Rujak Serbuk

Fit Statistics					
	Std. Dev.	0.2315		R²	0.0580
	Mean	4.35		Adjusted R²	-0.2112
	C.V. %	5.32		Predicted R²	-0.8710
				Adeq Precision	0.9827

Gambar 57. Tabel *Fit Statistic* Uji Hedonik Atribut Tekstur Bumbu Rujak Serbuk

Coefficients in Terms of Coded Factors							
	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Asam Jawa	4.41	1	0.1918	3.96	4.87	1.30
	B-Bawang Putih	4.21	1	0.2356	3.65	4.76	1.42
	C-Garam	4.40	1	0.1982	3.94	4.87	1.50

Gambar 58. Estimasi Koefisien Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Tekstur Bumbu Rujak Serbuk

Constraints							
	Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
	A:Asam Jawa	is in range	2.8	6.8	1	1	4
	B:Bawang Putih	is in range	2.2	5.2	1	1	3
	C:Garam	is in range	5.2	9.2	1	1	3
	Kadar Air	maximize	3.1	4	1	1	5
	Kadar Serat kasar	is in range	2.4	2.9	1	1	3
	Daya Rehidrasi	is in range	130	150	1	1	3
	Nilai Rendemen	is in range	37.4	40.2	1	1	3
	Warna	maximize	4.6	5.1	1	1	3
	Aroma	maximize	4.07	4.4	1	1	4
	Rasa	maximize	3.47	4.4	1	1	5
	Tekstur	maximize	3.93	4.53	1	1	2

Gambar 59. Tabel Penentuan *Goal* dan *Importance* Variabel Berubah dan Respon

Solutions													
6 Solutions found													
Number	Asam Jawa	Bawang Putih	Garam	Kadar Air	Kadar Serat kasar	Daya Rehidrasi	Nilai Rendemen	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Desirability	
1	6.784	3.216	5.200	3.748	2.900	143.389	37.882	4.834	4.271	3.845	4.370	0.559	Selected
2	5.503	4.273	5.424	3.544	2.518	144.150	37.400	4.851	4.284	3.906	4.327	0.533	
3	5.367	4.633	5.200	3.526	2.404	146.897	37.400	4.850	4.293	3.916	4.312	0.533	
4	6.565	2.200	6.435	3.695	2.900	145.901	39.968	4.849	4.238	3.837	4.411	0.533	
5	6.361	2.495	6.344	3.664	2.900	143.135	39.321	4.850	4.244	3.848	4.399	0.533	
6	3.195	5.200	6.805	3.161	2.900	131.271	39.157	4.892	4.278	3.999	4.286	0.335	

Gambar 60. Tabel Rekomendasi Formulasi Optimal

Point Prediction										
Two-sided Confidence = 95% Population = 99%										
Solution 1 of 6 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 Air	3.74807	3.74807		0.204498	0.132835	3.43396	4.06217	2.54975	4.94639	
Kadar Serat kasar	2.9	2.9		0.0869221	0.0785673	2.64996	3.15004	2.06132	3.73868	
Daya Rehidrasi	143.389	143.389		2.79964	2.53054	135.335	151.442	116.376	170.401	
Nilai Rendemen	37.8825	37.8825		0.568329	0.50264	36.4869	39.278	33.338	42.427	
Warna	4.83379	4.83379		0.14607	0.0948819	4.60943	5.05815	3.97785	5.68973	
Aroma	4.27112	4.27112		0.121888	0.0791743	4.0839	4.45833	3.55688	4.98536	
Rasa	3.84538	3.84538		0.358545	0.232899	3.29466	4.3961	1.74438	5.94638	
Tekstur	4.37047	4.37047		0.231519	0.150387	4.01486	4.72608	3.01382	5.72712	

Gambar 61. Tabel *Point Prediction*

Lampiran 23. Dokumentasi Uji Pendahuluan



Gambar 62. Dokumentasi Uji Organoleptik Metode Uji Deskripsi Oleh Panelis

Lampiran 24. Dokumentasi Analisis Respon Kimia



Gambar 63. Dokumentasi Analisis Kadar Serat Kasar Bumbu Rujak Serbuk



Gambar 64. Dokumentasi Analisis Kadar Air Bumbu Rujak Serbuk

Lampiran 25. Dokumentasi Uji Fisik Bumbu Rujak Serbuk

Gambar 65. Dokumentasi Uji Daya Rehidrasi

Lampiran 26. Dokumentasi Uji Organoleptik Metode Uji Hedonik

Gambar 66. Dokumentasi Uji Hedonik Oleh Panelis

Lampiran 27. Dokumentasi Pembuatan Produk Bumbu Rujak Serbuk

Dokumentasi	Keterangan
	Persiapan Bahan Bumbu Rujak
	Pembuatan <i>Foam</i> Putih Telur
	Hasil Penghalusan Bumbu Rujak Menggunakan <i>Chopper</i>
	Proses Pengeringan Bumbu Rujak Menggunakan <i>Cabinet Dryer</i>
	Hasil Bumbu Rujak Kering
	Hasil Akhir Produk Bumbu Rujak Serbuk