

**OPTIMALISASI FORMULA MINUMAN SERBUK INSTAN
NANAS (*Ananas Comosus L. Merr*) DAN WORTEL (*Daucus
carota L.*) DENGAN MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT*
METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pasundan**

Oleh:

**SHINTA NUR ZAKIAH
NPM: 213020063**



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

ABSTRAK

OPTIMALISASI FORMULA MINUMAN SERBUK INSTAN NANAS (*Ananas Comosus L. Merr*) DAN WORTEL (*Daucus carota L.*) DENGAN MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL*

Oleh

SHINTA NUR ZAKIAH

NPM: 213020063

(Program Studi Teknologi Pangan)

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formula optimal produk minuman serbuk instan nanas dan wortel dengan menggunakan program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal* berdasarkan sifat kimia, fisik, dan organoleptik.

Penelitian yang dilakukan terdiri dari dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan yaitu menganalisis bahan baku untuk mengetahui kadar vitamin C, kadar karoten, nilai pH, total padatan terlarut pada sari nanas dan sari wortel. Penelitian utama yaitu menentukan formula optimal dari minuman serbuk instan nanas dan wortel menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* dengan menganalisis setiap formulasi yang direkomendasikan oleh program. Analisis yang dilakukan yaitu pengujian aktivitas antioksidan dan kadar karoten total pada formulasi terpilih, kadar vitamin C, kadar air, kadar abu, nilai pH, rendemen, waktu larut, dan uji organoleptik terhadap atribut warna, aroma, dan rasa.

Hasil penelitian berdasarkan prediksi *Design Expert* versi 13 dihasilkan sebanyak 9 formulasi yang direkomendasikan. Didapatkan 1 formulasi optimal dengan nilai *desirability* 0,872 pada formulasi 6 dengan sari nanas 40%, sari wortel 24%, sukrosa 20%, maltodekstrin 15%, dan tween 80 1%. Berdasarkan formulasi optimal dilakukan verifikasi di laboratorium didapatkan aktivitas antioksidan sebesar 6.394,92 ppm (sangat lemah), kadar karoten total sebesar 3,959 mg/L, kadar vitamin C sebesar 32,24 mg/100 gram, kadar air sebesar 3,05%, kadar abu sebesar 1,32%, nilai pH sebesar 6,8, rendemen sebesar 32,32%, waktu larut sebesar 20,24 detik, skor atribut warna sebesar 5,27, skor atribut aroma sebesar 4,6, serta skor atribut rasa sebesar 5,03.

Kata Kunci: Minuman Serbuk, Nanas, Wortel, *Design Expert*.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF PINEAPPLE INSTANT POWDER DRINK FORMULA (Pineapple *Comosus L. Merr*) AND CARROTS (*Daucus carota L.*) BY USING DESIGN EXPERT METHOD MIXTURE D-OPTIMAL

By
SHINTA NUR ZAKIAH
NPM: 213020063
(Department of Food Technology)

The research aims powder drink using the program Design Expert version 13 method Mixture D-Optimal based on chemical, physical, and organoleptic properties.

The research consisted of two stages: preliminary research and primary research. The preliminary research analyzed raw materials to determine the levels of vitamin C, carotene, pH, and total dissolved solids in pineapple and carrot juices. The primary research determined the optimal formula for pineapple and carrot instant powder drinks using the program. Design Expert method Mixture D-Optimal by analyzing each formulation recommended by the program. The analysis included testing the antioxidant activity and total carotene content of the selected formulations, vitamin C content, water content, ash content, pH value, yield, dissolution time, and organoleptic tests for color, aroma, and taste.

Research results based on predictions Design Expert version 13 produced 9 recommended formulations. 1 optimal formulation was obtained with a value of desirability 0.872 in formulation 6 with 40% pineapple juice, 24% carrot juice, 20% sucrose, 15% maltodextrin, and 80% tween 1%. Based on the optimal formulation, laboratory verification obtained antioxidant activity of 6,394.92 ppm (very weak), total carotene content of 3.959 mg/L, vitamin C content of 32.24 mg/100 grams, water content of 3.05%, ash content of 1.32%, pH value of 6.8, yield of 32.32%, dissolution time of 20.24 seconds, color attribute score of 5.27, aroma attribute score of 4.6, and taste attribute score of 5.03.

Keywords: Powder Drink, Pineapple, Carrot, Design Expert.

**OPTIMALISASI FORMULA MINUMAN SERBUK INSTAN
NANAS (*Ananas Comosus L. Merr*) DAN WORTEL (*Daucus
carota L.*) DENGAN MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT*
METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

Oleh:

**SHINTA NUR ZAKIAH
NPM: 213020063
(Program Studi Teknologi Pangan)**

Fakultas Teknik
Universitas Pasundan

Menyetujui:

Pembimbing Akademik

Tanggal 1/10 - 2025



(Ir. Neneng Suliasih, M.P)

**OPTIMALISASI FORMULA MINUMAN SERBUK INSTAN
NANAS (*Ananas Comosus L. Merr*) DAN WORTEL (*Daucus
carota L.*) DENGAN MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT*
METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

Oleh:

**SHINTA NUR ZAKIAH
NPM: 213020063
(Program Studi Teknologi Pangan)**

Fakultas Teknik
Universitas Pasundan

Menyetujui:

**Koordinator Pembelajaran dan Kemahasiswaan
Program Studi Teknologi Pangan**



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

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini yang tidak dipublikasikan telah terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Fakultas maupun Universitas, serta dapat diakses oleh publik dengan ketentuan bahwa hak cipta tetap dimiliki oleh penulis, sesuai dengan ketentuan HaKI yang berlaku di Universitas Pasundan. Referensi dari dokumen ini diperbolehkan untuk dicantumkan, namun pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan dengan izin penulis dan harus memenuhi kaidah ilmiah, termasuk penyebutan sumber yang tepat. Sitasi dari hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat dituliskan dalam bahasa Indonesia sebagai berikut:

Zakiah, S. N. (2025). Optimalisasi Formula Minuman Serbuk Instan Nanas (*Ananas Comosus L. Merr*) dan Wortel (*Daucus Carota L.*) Dengan Menggunakan *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal*. Tugas Akhir Program Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

dan dalam Bahasa Inggris sebagai berikut:

Zakiah, S. N. (2025). *Optimization Of Pineapple Instant Powder Drink Formula (Pineapple Comosus L. Merr) and Carrots (Daucus Carota L.) by Using Design Expert Method Mixture D-Optimal. Final Project for Bachelor's Degree, Faculty of Engineering Pasundan University.*

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

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan Sidang Tugas Akhir yang berjudul **“OPTIMALISASI FORMULA MINUMAN SERBUK INSTAN NANAS (*Ananas Comosus L. Merr*) DAN WORTEL (*Daucus carota L.*) DENGAN MENGGUNAKAN *DESIGN EXPERT METODE MIXTURE D-OPTIMAL*”**. Laporan Tugas Akhir ini untuk memenuhi salah satu persyaratan di Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, masukan, dan doa dari berbagai pihak yang telah diberikan selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini baik secara langsung maupun secara tidak langsung, penyusunan ini tidak akan selesai dengan tepat waktu. Namun terkait dorongan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak maka alhamdulillah penyusunan laporan ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, bersamaan dengan selesainya laporan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya yaitu kepada:

1. Ir. Neneng Suliasih, M.P, selaku dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan dan arahan, ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis selama penyusunan tugas akhir ni.
2. Dr. Ir. Willy Pranata Widjaja, M.Si, selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktu, tenaga, memberikan kritik dan saran yang sangat bermanfaat serta pikirannya dalam menguji dan mengarahkan kepada penulis.
3. Nabila Marthia, S.T., M.Si.P, selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktu, tenaga, memberikan kritik dan saran yang sangat bermanfaat serta pikirannya dalam menguji dan mengarahkan kepada penulis.
4. Jaka Rukmana, S.T., M.T, selaku ketua, Ira Endah Rohima, S.T., M.T, selaku sekretaris, serta Rizal Maulana Ghaffar, S.T., M.T, selaku koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung.

5. Kedua orang tua tercinta, kedua saudara/i serta keluarga besar saya yang tak henti-hentinya selalu memberikan do'a, dukungan, motivasi, serta perhatiannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir.
6. Sahabat terdekat yaitu Zalfa Fadhillah I. M. A, Rindi Audyta, Alya Vira Yuniananda, teman-teman Perpustakaan Mahasiswa Teknologi Pangan (PMTP), serta seluruh teman-teman angkatan 2021 (*Rise and Shine*), penulis menyampaikan terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dan dukungan yang senantiasa diberikan selama proses penyusunan laporan tugas akhir.
7. Seluruh pihak yang namanya tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selalu membantu, mendukung, memberikan semangat penulis, sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik.
8. *Last but no least*, untuk diri sendiri karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini, mampu mengendalikan diri sendiri dari berbagai tekanan di luar keadaan dan tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun prosesnya, ini merupakan pencapaian yang patut di apresiasi untuk diri sendiri yang telah bertanggung jawab menyelesaikan apa yang telah di mulai.
I wanna thank me for just proud being me at all times.

Akhir kata, penulis sangat menyadari bahwasannya laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, masih terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini baik dari segi teknik penyajian maupun dari segi materi. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan demi menyempurnakan penyusunan ini. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan untuk semua pihak yang membaca laporan tugas akhir ini.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
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 Penelitian.....	4
1.6. Hipotesis Penelitian.....	8
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian.....	8
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Nanas (<i>Ananas comosus</i> L. Merr).....	9
2.2. Wortel (<i>Daucus carota</i> L.).....	12
2.3. Minuman Serbuk.....	14
2.4. Sukrosa.....	16
2.5. Tween 80.....	17
2.6. Maltodekstrin.....	19
2.7. Antioksidan.....	21
2.8. Vitamin C atau <i>Asam Askorbat</i>	23
2.9. <i>Foam-mat drying</i> atau Pengeringan Busa.....	23
2.10. <i>Design Expert</i> Metode <i>Mixture D-Optimal</i>	25
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1. Bahan dan Alat Penelitian.....	28
3.1.1. Bahan-bahan Penelitian.....	28
3.1.2. Alat-alat Penelitian.....	28
3.2. Metode Penelitian.....	29
3.2.1. Rancangan Perlakuan.....	29

3.2.2.	Rancangan Respon.....	33
3.2.3.	Rancangan Analisis.....	36
3.3.	Prosedur Penelitian.....	36
3.3.1.	Prosedur Penelitian Pembuatan Sari Nanas.....	36
3.3.2.	Prosedur Penelitian Pembuatan Sari Wortel.....	40
3.3.3.	Prosedur Penelitian Pembuatan Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel.....	43
3.4.	Jadwal Penelitian.....	47
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1.	Hasil Penelitian Pendahuluan.....	48
4.1.1.	Hasil Analisis Kadar Vitamin C dan Nilai pH Pada Sari Nanas.....	48
4.1.2.	Hasil Analisis Kadar Karotenoid dan Nilai pH Pada Sari Wortel.....	49
4.1.3.	Hasil Analisis Total Padatan Terlarut (TPT) Pada Sari Nanas dan Sari Wortel.....	50
4.2.	Hasil Penelitian Utama.....	51
4.2.1.	Hasil Analisis Respon Kimia.....	53
4.2.2.	Hasil Analisis Respon Fisik.....	70
4.2.3.	Hasil Respon Organoleptik.....	77
4.3.	Optimasi Formula Optimal.....	89
4.3.1.	Aktivitas Antioksidan Metode DPPH.....	95
4.3.2.	Kadar Karotenoid.....	97
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	99
5.1.	Kesimpulan.....	99
5.2.	Saran.....	100
	DAFTAR PUSTAKA.....	101
	LAMPIRAN.....	112

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kandungan Gizi Nanas Segar (100 g) Bahan Segar	10
Tabel 2. Kandungan Gizi Wortel Per 110 Gram Bahan	14
Tabel 3. Syarat Mutu Minuman Serbuk	15
Tabel 4. Syarat Mutu Gula Kristal Putih	17
Tabel 5. Syarat Mutu Maltodekstrin	20
Tabel 6. Penentuan Batas Atas dan Batas Bawah	30
Tabel 7. Variabel Tetap dan Variabel Berubah	30
Tabel 8. Formula Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel	32
Tabel 9. Uji Skala Hedonik Pada Pengujian Organoleptik	35
Tabel 10. Peringkat Nilai Kepentingan (<i>Importance Grade</i>)	35
Tabel 11. <i>Goals</i> Respon Optimasi Formula dan Tingkat Kepentingan	36
Tabel 12. Jadwal Penelitian	47
Tabel 13. Hasil Analisis Vitamin C dan pH Sari Nanas	48
Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Karotenoid dan pH Sari Wortel	49
Tabel 15. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut	50
Tabel 16. Formulasi Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel	52
Tabel 17. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Produk	54
Tabel 18. Hasil Analisis Kadar Air	58
Tabel 19. Hasil Analisis Kadar Abu	62
Tabel 20. Hasil Analisis Nilai pH	66
Tabel 21. Hasil Analisis Rendemen	70
Tabel 22. Hasil Analisis Waktu Larut	74
Tabel 23. Hasil Uji Organoleptik Atribut Warna	78
Tabel 24. Hasil Uji Organoleptik Atribut Aroma	82
Tabel 25. Hasil Uji Organoleptik Atribut Rasa	86
Tabel 26. <i>Goals</i> dan <i>Importance</i> Untuk Tahapan Optimalisasi Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel	90
Tabel 27. Hasil Prediksi Formulasi Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel ..	92

Tabel 28. Hasil Verifikasi Formula Optimal Pada Setiap Respon.....	94
Tabel 29. Hasil Analisis Formula Optimal	95
Tabel 30. Pengukuran IC ₅₀ Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	95
Tabel 31. Kebutuhan Analisis	122
Tabel 32. Kebutuhan Bahan Baku Setiap Formulasi	123
Tabel 33. Jumlah Bahan Baku Seluruh Formulasi	124
Tabel 34. Kebutuhan dan Biaya Bahan Baku.....	125
Tabel 35. Biaya Analisis.....	125
Tabel 36. Total Biaya Rencana Keseluruhan.....	125
Tabel 37. Data Hasil Analisis pH Bahan Baku	129
Tabel 39. Data Hasil Analisis Kadar Karoten Total Pada Wortel.....	129
Tabel 40. BRIX	130
Tabel 41. Data Hasil Analisis Total Padatan Terlarut Bahan Baku	130
Tabel 42. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Produk (I/Simplo)	131
Tabel 43. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Produk (II/Duplo)	131
Tabel 44. Grafik Kadar Vitamin C	132
Tabel 45. ANOVA Metode <i>Mixture D-Optimal</i> Respon Kadar Vitamin C	133
Tabel 46. <i>Fit Statistics</i> Respon Kadar Vitamin C.....	133
Tabel 47. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Kadar Vitamin C..	133
Tabel 48. Data Hasil Analisis Kadar Air (I/Simplo)	134
Tabel 49. Data Hasil Analisis Kadar Air (II/ Duplo).....	134
Tabel 50. Grafik Kadar Air.....	135
Tabel 51. ANOVA Metode <i>Mixture D-Optimal</i> Respon Kadar Air	135
Tabel 52. <i>Fit Statistics</i> Respon Kadar Air	136
Tabel 53. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Kadar Air	136
Tabel 54. Hasil Analisis Kadar Abu (I/Simplo)	136
Tabel 55. Hasil Analisis Kadar Abu (II/ Duplo).....	137
Tabel 56. Grafik Kadar Abu	137
Tabel 57. ANOVA Metode <i>Mixture D-Optimal</i> Respon Kadar Abu.....	138
Tabel 58. <i>Fit Statistics</i> Respon Kadar Abu	138
Tabel 59. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Kadar Abu.....	138

Tabel 60. Data Hasil Analisis pH Produk Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel.....	139
Tabel 61. ANOVA Metode <i>Mixture D-Optimal</i> Respon Nilai pH	139
Tabel 62. <i>Fit Statistics</i> Respon Nilai pH.....	139
Tabel 63. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Nilai pH	140
Tabel 64. Data Hasil Rendemen Produk Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel.....	140
Tabel 65. ANOVA Metode <i>Mixture D-Optimal</i> Respon Rendemen	141
Tabel 66. <i>Fit Statistics</i> Respon Rendemen.....	141
Tabel 67. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Rendemen	141
Tabel 68. Data Hasil Analisis Waktu Larut Produk Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel.....	142
Tabel 69. ANOVA Metode <i>Mixture D-Optimal</i> Respon Waktu Larut	142
Tabel 70. <i>Fit Statistics</i> Respon Waktu Larut.....	142
Tabel 71. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Waktu Larut	142
Tabel 72. Data Hasil Uji Organoleptik Atribut Warna	143
Tabel 73. ANOVA Metode <i>Mixture D-Optimal</i> Respon Warna	144
Tabel 74. <i>Fit Statistics</i> Respon Warna.....	144
Tabel 75. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Warna	144
Tabel 76. Data Hasil Uji Organoleptik Atribut Aroma.....	145
Tabel 77. ANOVA Metode <i>Mixture D-Optimal</i> Respon Aroma	146
Tabel 78. <i>Fit Statistics</i> Respon Aroma	146
Tabel 79. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Aroma	146
Tabel 80. Data Hasil Uji Organoleptik Atribut Rasa.....	147
Tabel 81. ANOVA Metode <i>Mixture D-Optimal</i> Respon Rasa.....	148
Tabel 82. <i>Fit Statistics</i> Respon Rasa	148
Tabel 83. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Rasa	148
Tabel 84. Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan Formula Optimal	149
Tabel 85. Hasil Analisis Kadar Karoten Total Pada Formula Optimal	151
Tabel 86. Hasil Uji Organoleptik Verifikasi Formula Optimal	152
Tabel 87. Dokumentasi Proses Pembuatan Minuman Serbuk Nanas dan Wortel	153
Tabel 88. Dokumentasi Analisis Minuman Serbuk Nanas dan Wortel	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Buah Nanas (<i>Ananas Comosus L. Merr</i>).....	9
Gambar 2. Tingkat Kematangan Buah Nanas	11
Gambar 3. Wortel (<i>Daucus carota L.</i>).....	12
Gambar 4. Tween 80	17
Gambar 5. Maltodekstrin	19
Gambar 6. Diagram Alir Pembuatan Sari Nanas (<i>Ananas comosus L. Merr</i>).....	39
Gambar 7. Diagram Alir Pembuatan Sari Wortel (<i>Daucus carota L.</i>)	42
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian Utama Minuman Serbuk Instan	45
Gambar 9. Diagram Alir Penelitian <i>Design Expert</i> Metode <i>Mixture D-Optimal</i> ..	46
Gambar 10. Kenormalan <i>Externally Studentized</i> Respon Kadar Vitamin C.....	57
Gambar 11. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Kadar Vitamin C	57
Gambar 12. Kenormalan <i>Externally Studentized</i> Respon Kadar Air	61
Gambar 13. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Kadar Air.....	61
Gambar 14. Kenormalan <i>Externally Studentized</i> Respon Kadar Abu.....	65
Gambar 15. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Kadar Abu	65
Gambar 16. Kenormalan <i>Externally Studentized</i> Respon Nilai pH	69
Gambar 17. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Nilai pH.....	69
Gambar 18. Kenormalan <i>Externally Studentized</i> Respon Rendemen.....	72
Gambar 19. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Rendemen	73
Gambar 20. Kenormalan <i>Externally Studentized</i> Respon Waktu Larut	76
Gambar 21. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Waktu Larut.....	77
Gambar 22. Kenormalan <i>Externally Studentized</i> Respon Atribut Warna	80
Gambar 23. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Atribut Warna.....	81
Gambar 24. Kenormalan <i>Externally Studentized</i> Respon Atribut Aroma.....	84
Gambar 25. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Atribut Aroma	85
Gambar 26. Kenormalan <i>Externally Studentized</i> Respon Atribut Rasa.....	88
Gambar 27. Grafik <i>Plot Two Component Mix</i> Atribut Rasa	89

Gambar 28. Grafik <i>Desirability</i> Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel	93
Gambar 29. Batasan Bahan Baku (Variabel Berubah)	126
Gambar 30. Solusi Variabel A dan B (Batas Atas dan Batas Bawah)	126
Gambar 31. <i>Input</i> Data yang Digunakan Dalam <i>Design Expert</i>	126
Gambar 32. Respon Analisis Pengujian Terhadap Produk	127
Gambar 33. Formulasi Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel	127
Gambar 34. Hasil Analisis Formula Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel	128
Gambar 35. Grafik Aktivitas Antioksidan Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel	150

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Analisis Kadar Air Metode Gravimetri	112
Lampiran 2. Prosedur Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri	113
Lampiran 3. Prosedur Analisis Kadar Vitamin C Metode Titrasi DFIF	114
Lampiran 4. Prosedur Aktivitas Antioksidan Metode DPPH.....	115
Lampiran 5. Prosedur Pengujian pH	116
Lampiran 6. Prosedur Analisis Total Padatan Terlarut (TPT)	117
Lampiran 7. Analisis Waktu Larut	118
Lampiran 8. Analisis Rendemen	119
Lampiran 9. Prosedur Penetapan Kadar Karoten Total.....	120
Lampiran 10. Formulir Uji Organoleptik.....	121
Lampiran 11. Perhitungan Basis Total	122
Lampiran 12. Kebutuhan Bahan Baku Setiap Formulasi.....	123
Lampiran 13. Kebutuhan Analisis.....	125
Lampiran 14. Tahapan Proses Pada <i>Design Expert</i>	126
Lampiran 15. Data Hasil Analisis Bahan Baku.....	129
Lampiran 16. Data Hasil Analisis Penelitian Utama.....	131
Lampiran 17. Data Analisis Verifikasi Formula Optimal.....	149
Lampiran 18. Dokumentasi.....	153

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

Buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) merupakan buah lokal yang tumbuh di Indonesia dengan baik. Berdasarkan (Badan Pusat Statistik, 2017), produksi nanas di Indonesia mencapai 543.539 ton. Buah nanas merupakan sumber pangan fungsional yang kaya akan vitamin C, yang berperan penting dalam meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Buah nanas banyak mengandung zat gizi antara lain vitamin A, kalsium, fosfor, magnesium, besi, natrium, dan kalium. Nanas mengandung vitamin C yang cukup tinggi, bahkan komponen utama penyusun buah nanas adalah dengan total 20mg/100gram yang dapat mencukupi 16,2% kebutuhan vitamin C (Murbawani dan Chauliyah, 2015). Selain itu, buah nanas juga mengandung enzim *bromelin* yang bermanfaat untuk kesehatan seperti mengandung senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan (*polifenol* dan *flavonoid*), menurunkan tekanan darah, membersihkan darah, meningkatkan pencernaan, menghambat pertumbuhan sel kanker, dan meningkatkan sistem pertahanan tubuh (Suwardi, 2021). Maka dari itu buah nanas sangat terjangkau dan mudah didapat serta memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi dan mudah dibudidayakan.

Wortel (*Daucus carota L.*) merupakan sayuran yang diklasifikasikan sebagai makanan yang kaya akan dengan vitamin C dan β -karoten (pigmen warna buah) yang berada dalam vitamin A, *asam askorbat* yang berada dalam vitamin C, *tokoferol* yang berada dalam vitamin E, mineral seperti fosfor dan kalsium, juga protein seperti triptofan, lisin, tirosin, asam glutamat, alanin, dan sejenisnya (Biesalski, 2010). Menurut Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, (2022), dalam setiap 110gram wortel mengandung air 88%, karbohidrat 7 gram, serat pangan 2,2gram, vitamin C 7,00 mg, dan vitamin A 20.253 IU. Selain itu vitamin A, wortel juga mengandung pigmen karotenoid, yang menyebabkan warna *orange* kemerah-merahan pada wortel. Karoten berfungsi mencegah penyakit rabun senja dan dapat menurunkan berat badan, selain itu karoten juga berperan sebagai molekul antioksidan yang dapat menetralkan radikal bebas dan juga berfungsi sebagai prekursor pembentukan vitamin A (provitamin A).

Selain memiliki banyak kesehatan, pemilihan nanas dan wortel juga didasarkan pada ketersediaan bahan baku yang melimpah di Indonesia, dengan iklim tropis yang mendukung pertumbuhan kedua komoditas ini, dengan perubahan kehidupan masyarakat yang cenderung membutuhkan segala sesuatu diikuti dengan gaya hidup yang cepat, mudah, dan praktis dapat memberikan solusi sehingga produk tidak hanya berkontribusi pada pengembangan produk inovatif, tetapi juga mendukung upaya peningkatan konsumsi yang lebih sehat juga berkelanjutan dengan memiliki cita rasa yang baik, ekonomis, serta menarik bagi berbagai kalangan masyarakat termasuk anak-anak, remaja dan orang dewasa.

Oleh karena itu, diharapkan melalui penelitian ini, dengan membuat minuman serbuk instan menggunakan sari buah nanas dan sari wortel untuk mengetahui proporsi minuman serbuk yang menghasilkan minuman serbuk dengan mengandung kaya akan vitamin C, β -karoten dan antioksidan sesuai dengan SNI 01-4320-2004, serta dapat ditemukan formula optimal yaitu menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* sehingga menghasilkan minuman serbuk instan yang berkualitas.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang penelitian di atas, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi yaitu bagaimana formula optimal pada produk minuman serbuk instan nanas dan wortel yang ditentukan oleh program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan formula optimal produk minuman serbuk instan nanas wortel menggunakan program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganekaragamkan produk pangan yaitu membuat minuman serbuk instan nanas wortel dengan metode *foam-mat drying* menggunakan program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang produk diversifikasi minuman serbuk instan nanas wortel untuk meningkatkan nilai ekonomis yang dihasilkan.
2. Memanfaatkan sumber daya lokal yang masih belum banyak pemanfaatannya buah nanas dan sayuran wortel dijadikan minuman fungsional kaya akan vitamin C, β -karoten dan antioksidan.
3. Menambah ilmu pengetahuan tentang formula optimal pembuatan minuman serbuk instan nanas dan wortel dengan menggunakan program *Design Expert Metode Mixture D-Optimal*.

1.5. Kerangka Pemikiran

Menurut (Wasmun *et al.*, 2016), produk pangan serbuk instan merupakan produk pangan yang berbentuk bubuk atau tepung yang mudah larut dalam air panas atau dingin, tidak mengendap serta cepat dan praktis dalam penyajiannya.

Menurut (Badan POM RI, 2019), bubuk minuman instan merupakan produk minuman dalam bentuk bubuk yang diperoleh dari campuran bahan tambahan pangan dengan perisa alami ataupun tanpa pemanis. Minuman serbuk instan merupakan salah satu produk minuman yang berbentuk serbuk, mudah larut dalam air, memiliki waktu rehidrasi yang singkat dan praktis dalam penyajian serta umur simpan yang relatif lebih lama.

Menurut Jayanti (2023), pada pembuatan minuman serbuk dari sari buah nanas (*Ananas comucos L. Merr*) dari sari buah jeruk manis (*Citrus sinesis*) menggunakan perbandingan konsentrasi sari buah nanas dan sari buah jeruk sebanyak 100%:0% 80%:20%, 60%:40%:60, 40%:60%, 20%:80% dan 0%:100%.

Didapatkan hasil sifat kimia dan sensori terbaik bahwa dengan penggunaan sari buah nanas 20% dan sari buah jeruk 80% memiliki kadar air 2,59%, kadar abu 0,46%, vitamin C 26,98 mg/100 mL.

Menurut Cahyo (2020), pada pembuatan bubuk instan dari buah nanas (*Ananas comosus*) dan bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) yang kaya antioksidan menggunakan metode pengeringan oven menggunakan perbandingan ekstrak buah nanas dan bunga kecombrang yaitu 60%:20%, 40%:40% dan 20%:60%. Dengan penggunaan ekstrak buah nanas dengan bunga kecombrang sebanyak 40%:40% memiliki tingkat kesukaan panelis tertinggi dengan kandungan air 0,83%, aktivitas antioksidan 50,56%, kadar abu 0,83%, kecepatan larut 11,96 detik.

Menurut Jumiati (2019), pada pembuatan minuman serbuk ekstrak nanas dan ekstrak kulit buah manggis. Didapatkan hasil perlakuan terbaik yaitu dengan perbandingan ekstrak nanas dan ekstrak kulit manggis yaitu 90%:10% memiliki hasil kadar air 2,95%, kadar abu 0,85%, pH 5,86 dan kadar gula total 64,66%.

Menurut Heralita, *et al.*, (2019), dalam pembuatan minuman bubuk instan dengan penggunaan perbandingan ekstrak wortel dan ekstrak jahe merah sebanyak 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, dan 50%:50%. Didapatkan hasil terbaik bahwa dengan perlakuan penggunaan ekstrak wortel dan ekstrak jahe merah sebanyak 50%:50% disukai oleh panelis serta memiliki kadar air sebanyak 2,50%, kadar abu 1,47%, dan aktivitas antioksidan sebesar 0,24 ppm.

Menurut Azzahra (2023), dalam pembuatan serbuk minuman jambu biji merah (*Psidium guajava L.*) dan wortel (*Daucus carota L.*) dengan penambahan

kolagen tulang ikan gurami (*Osphronemus gourami*), didapatkan hasil bahwa dengan penggunaan sari jambu biji merah 47,5%, sari wortel 16% dan kolagen 1% merupakan hasil terbaik dengan nilai aktivitas antioksidan 1.516,3560 ppm (sangat lemah), kadar vitamin C 11,08 mg, viskositas 5,12 cP, daya rehidrasi 0,965 mL/gram.

Menurut Bustaman *et al.*, (2022), ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam pembuatan minuman serbuk, metode yang biasa digunakan salah satunya adalah metode *foam-mat drying*. Metode *Foam-mat drying* yaitu bahan cair yang dikeringkan dan peka terhadap panas, penggunaan metode ini sangat mudah untuk dilakukan karena selain bahannya yang mudah didapatkan, biaya yang dikeluarkan juga relatif murah, penggunaan metode ini juga menggunakan suhu yang relatif rendah sehingga mutu produk dapat dipertahankan, pada penggunaan metode *foam-mat drying* ada beberapa komponen tambahan yang digunakan yaitu, tween 80 sebagai (*foaming agent*) berfungsi untuk pembentukan busa. Metode *foam-mat drying* ini merupakan proses yang dapat dilakukan pada suhu 50-75°C oleh sebab itu tidak dapat merusak jaringan sel, dengan demikian tetap menjaga nilai gizi yang terkandung (Utami dan Yusuf, 2023).

Menurut (Oktaviana, 2012), bahwa penambahan maltodekstrin dalam pembuatan minuman serbuk instan bertujuan untuk melapisi komponen flavor, meningkatkan jumlah total padatan, memperbesar volume, mempercepat proses pengeringan, mencegah kerusakan bahan akibat panas serta meningkatkan daya kelarutan dan sifat organoleptik minuman serbuk. Berdasarkan penelitian (Jakubczyk *et al.*, 2011), pembuatan serbuk apel dengan metode *foam-mat drying*,

penambahan maltodekstrin rentang 6-20% dapat mengurangi sifat hidroskopis (menyerap air), memantapkan granula pada serbuk, dan memantapkan pengisian rongga buih.

Menurut Gabriela (2020), penambahan maltodekstrin dapat menurunkan tingkat kerusakan vitamin C selama proses pengolahan dan pemasakan. Kadar vitamin C produk yang paling sedikit mengalami kerusakan adalah 114,27 mg/100g pada konsentrasi maltodekstrin 15%.

Menurut (Purbasari *et al.*, 2019), mengatakan bahwa konsentrasi dekstrin 15% dan tween 80 sebesar 1% sebagai bahan pengisi pada pembuatan bubuk susu kedelai instan dengan metode *foam-mat drying* memberikan waktu pengeringan paling cepat yaitu 8 jam dengan kadar air terendah yaitu 4,46%. Kondisi operasi terbaik dan memenuhi SNI susu bubuk dengan metode *foam-mat drying* adalah pada suhu pengeringan 60°C yaitu kadar air 4,47%, kadar protein 17,34% dan kadar lemak 7,89%. Nilai rendemen tertinggi pada suhu pengeringan 60°C yaitu 16,10%.

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dipaparkan, maka diperlukan penelitian ini untuk mengetahui produk yang optimum dengan menggunakan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*, metode ini memiliki kelebihan dibandingkan program olahan data yang lain yaitu dengan ketelitian program *Design Expert* secara numerik mencapai 0,001 dalam menentukan model matematika yang cocok untuk optimasi formula dalam minuman serbuk instan nanas dan wortel. Selain itu, keunggulan produk minuman serbuk ini dapat meningkatkan aktivitas antioksidan di dalam minuman, memberikan minuman yang memiliki banyak manfaat dapat mencegah penuaan, peradangan, kanker dan

hipertensi, membantu menjaga kesehatan pencernaan dan sistem kekebalan tubuh (Chi *et al.*, 2014).

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, dapat diperoleh suatu hipotesis diduga bahwa formula optimal minuman serbuk instan nanas dan wortel dapat diperoleh dengan menggunakan program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini bertempat di Laboratorium Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan yang berlokasi di Jalan Dr. Setiabudhi No. 193, Kecamatan Sukasari, Kota Bandung. Jawa Barat 40153. Adapun waktu penelitian dimulai pada awal Juli hingga akhir Juli 2025.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai: (2.1) Nanas, (2.2) Wortel, (2.3) Minuman Serbuk, (2.4) Sukrosa, (2.5) Tween 80, (2.6) Maltodekstrin, (2.7) Antioksidan, (2.8) Vitamin C, (2.9) *Foam-mat drying*, dan (2.10) *Design Expert*.

2.1. Nanas (*Ananas comosus L. Merr*)



Gambar 1. Buah Nanas (*Ananas Comosus L. Merr*)
(Sumber: USDA, 2016)

Nanas (*Ananas comosus L. Merr*) merupakan salah satu tumbuhan tropis yang mana buah nya dapat dikonsumsi dalam kehidupan sehari-hari. Meski banyak tumbuh di beberapa wilayah di Indonesia, namun tumbuhan ini berasal dari Amerika Serikat khususnya Brazil, Argentina, dan Peru (Rahmat dan Fitri, 2007).

Nanas banyak mengandung zat gizi antara lain vitamin A, kalsium, fosfor, magnesium, besi, natrium, kalium, dll. Selain itu, buah nanas juga mengandung enzim *bromelin* yang merupakan 95% campuran *protease sistein* yang dapat menghidrolisis protein (*proteolisis*) serta tahan terhadap panas. Enzim bromelin ini bermanfaat untuk kesehatan seperti mengandung senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan (*polifenol* dan *flavonoid*), menurunkan tekanan darah, membersihkan darah, meningkatkan pencernaan, menghambat pertumbuhan sel kanker, dan meningkatkan sistem pertahanan tubuh (Suwardi, 2021).

Nanas berkhasiat baik bagi kesehatan diantaranya memiliki efek antioksidan, anti-inflamasi, antibakteri dan antifungi yang terkandung dari flavonoid, saponin, dan polifenol. Senyawa fenolik buah nanas diantaranya *quercetin*, *ferulic acid*, dan *kaempferol* (Yusmarini *et al.*, 2015). Buah nanas memiliki rasa asam, manis, dan segar. Asam yang terkandung pada buah nanas didominasi oleh asam sitrat 78% dari total asam. Nanas memiliki potensi pasar yang tinggi dengan harga yang relatif murah, mudah didapat, mudah dibudidayakan dan memiliki kandungan gizi yang tinggi. Buah nanas memiliki kandungan air sekitar 80% - 86,2% (Hadiati dan Indriyani, 2008).

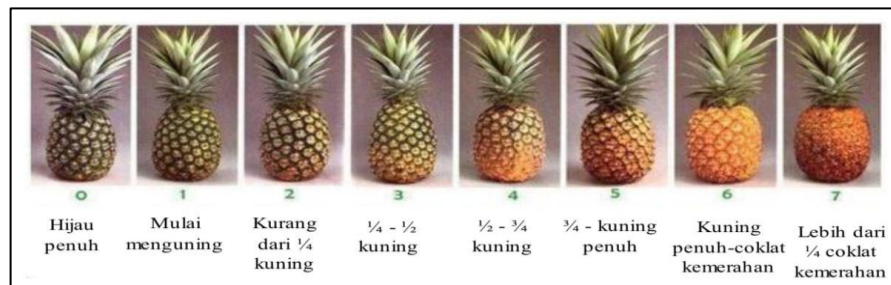
Kandungan gizi pada nanas dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi Nanas Segar (100 g) Bahan Segar

No.	Kandungan Zat Gizi	Jumlah
1.	Kalori (Kkal)	52,00
2.	Protein (g)	0,40
3.	Lemak (g)	0,20
4.	Karbohidrat (g)	16,00
5.	Fosfor (mg)	11,00
6.	Zat Besi (mg)	0,30
7.	Vitamin A (SI)	130,00
8.	Vitamin B1 (mg)	0,08
9.	Vitamin C (mg)	24,00
10.	Air (g)	85,30
11.	Bagian dapat dimakan (%)	53,00

(Sumber: Effendi *et al.*, 2004).

Selain melihat kandungan gizi yang cukup tinggi, buah nanas yang memiliki kualitas baik juga membutuhkan tingkat kematangan yang sesuai standar. Tingkat kematangan nanas dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tingkat Kematangan Buah Nanas
(Sumber: Mitcham, 2022)

Buah nanas yang berkualitas memiliki tingkat kematangan sesuai dengan permintaan pasar. Pada umumnya nanas mencapai tingkat kematangan antara 120 – 170 hari dihitung dari nanas mulai berbunga. Ada 7 indeks kematangan buah nanas, yaitu dari buah nanas yang berwarna hijau tua atau mentah hingga coklat kemerahan atau ranum. Untuk nanas berindeks 0; diklasifikasikan sebagai nanas muda atau tidak matang dan berwarna hijau tua, nanas tersebut tidak layak untuk dipetik. Buah nanas berindeks 1-2; merupakan nanas yang mulai matang dengan warna hijau tua sedikit kekuningan antara mata dibagian pangkal, nanas ini sudah layak dipetik dan di ekspor. Buah nanas berindeks 3; merupakan nanas yang telah matang dengan keseluruhan mata berwarna hijau dan 25% mata dibagian pangkal berwarna kuning, untuk nanas indeks 3 juga sudah layak untuk di ekspor. Buah nanas berindeks 4; merupakan buah nanas yang mulai masak dengan sekitar 50%-75% mata di bagian pangkal buah berubah menjadi orange kekuningan. Buah nanas berindeks 5; merupakan buah nanas yang hampir 75%-100% matanya berubah menjadi kuning penuh. Buah nanas berindeks 6; merupakan buah nanas yang telah masak ranum dengan warna kuning penuh-coklat kemerahan. Buah nanas berindeks 7; merupakan buah nanas yang masak ranum mendekati busuk dengan 25 % mata berwarna coklat kemerahan (Mitcham, 2022).

Menurut Pramanti (2015), tingkat kematangan nanas hijau penuh memiliki kadar vitamin C lebih tinggi dibandingkan pada nanas kuning penuh, namun tidak berbeda dengan nanas kuning 50 % dan hijau 50 %. Rendahnya kadar vitamin C disebabkan karena buah yang memiliki tingkat kematangan penuh (umur tua optimal) akan menghasilkan kandungan vitamin C yang rendah. tingkat ketuaan buah mempengaruhi kandungan vitamin C, sehingga pada penelitian ini saya menggunakan nanas dengan tingkat kematangan indeks 4 (agak masak).

Menurut Kumalasari (2011), berdasarkan habitat tanaman, terutama bentuk daun dan buah dikenal 4 jenis golongan nanas, yaitu *Cayenne*, *Queen*, *Spanish* dan *Abacaxi*. Varietas atau kultivar nanas yang banyak ditanam di Indonesia adalah golongan *Cayenne* dan *Queen*. Golongan yang paling unggul adalah nanas Bogor, Subang, dan Pemalang (*Queen*).

2.2. Wortel (*Daucus carota* L.)



Gambar 3. Wortel (*Daucus carota* L.)
(Sumber: Biofarma, 2024)

Wortel (*Daucus carota* L.) merupakan sayuran umbi-umbian semusim karena hanya tumbuh satu kali kemudian mati, dengan warna jingga kekuningan atau kuning kemerahan bertekstur seperti kayu. Jenis tanaman sayuran tahunan, yang tumbuh tegak setinggi 30-100 cm dan berumur 70-120 hari. Wortel dapat tumbuh baik pada pH antara 5,5 – 6,5. Wortel *Chantenay* yang digunakan dalam

pengolahan berumur 12 minggu sampai 3 bulan. Umbi berbentuk bulat panjang dengan ujung tumpul, panjang antara 15-20 cm, dan rasa yang manis. warna yang lebih oranye dan mudah ditemukan.

Wortel (*Daucus carota L.*) adalah sumber penting fitonutrien termasuk *fenolat*, *poliasetylenes*. Wortel kaya akan β -karoten, asam askorbat, tokoferol, dan diklasifikasikan sebagai makanan yang diperkaya vitamin A, vitamin C, vitamin B, mengandung mineral terutama kalsium dan fosfor serta karbohidrat yang merupakan komponen padatan terbesar protein dan lemak, Wortel mempunyai peran yang penting bagi kesehatan tubuh yang dapat berperan dalam kekebalan tubuh, kesehatan kulit, paru-paru, organ usus, dan membantu pertumbuhan sel-sel baru, sehingga β -karoten memiliki manfaat sebagai antioksidan yang menjaga kesehatan dan menghambat penuaan, serta menangkal radikal bebas penyebab pertumbuhan sel kanker (Rinda, 2018).

Menurut (Sharma *et al.*, 2012), menemukan bahwa wortel memiliki senyawa bioaktif seperti karotenoid dan serat yang cukup untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh, melindungi terhadap *stroke*, mencegah penyakit pada saluran pencernaan, melindungi sel dari kerusakan mata, dan tekanan darah tinggi.

Tabel 2. Kandungan Gizi Wortel Per 110 Gram Bahan

Jenis Zat Gizi	Jumlah	Satuan
Air	88,0	%
Protein	1,0	gram
Asam Lemak	0,1	gram
Karbohidrat	7,0	gram
Serat Pangan	2,2	gram
Kalsium	19,0	mg
Zat Besi	0,4	mg
Kalium	233,0	mg
Natrium	25,0	mg
Vitamin A	20,253	IU
Thiamin	0,07	mcg
Riboflavin	0,04	mcg
Vitamin C	7,0	mg
Niacin	0,7	mg

(Sumber: Balai Besar Pertanian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, 2020).

2.3. Minuman Serbuk

Minuman serbuk instan adalah minuman yang terbuat dari rempah-rempah, buah-buahan, biji-bijian, atau daun-daunan yang berbentuk bubuk atau butiran halus. Minuman serbuk instan dapat langsung dikonsumsi dengan menyeduh dalam air dingin atau panas. Terlepas dari penyajian yang cepat dan layak, minuman bubuk ini adalah salah satu olahan makanan yang memiliki jangka waktu daya simpan yang relatif lama (Putri *et al.*, 2022).

Minuman serbuk instan menjadi populer pada tahun 1990-an, saat pertama kali diperkenalkan ke masyarakat. Memiliki rasa yang enak dan menyegarkan tubuh, membuat minuman serbuk sangat populer. Selain itu, penyajiannya juga mudah karena cukup diaduk sebentar dan siap minum (Putri *et al.*, 2022). Kelebihan dari sediaan minuman serbuk instan yaitu lebih praktis, mutu produk terjaga, tidak mudah terkontaminasi, tanpa pengawetan, tidak mudah terjangkit penyakit, dan umur simpan yang lama.

Produk yang mengandung minuman serbuk instan, kini hadir dalam berbagai rasa dan bahan dasar sudah banyak diperjual belikan. Menentukan kelayakan minuman instan sebagai landasan dasar suka atau tidaknya masyarakat terhadap produk yang sudah diolah diperlukan parameter tertentu. Parameter tersebut ditetapkan agar keamanan dan konsistensi produk tersebut terjamin sehingga produk tersebut aman dan sehat untuk dikonsumsi sebagai produk pangan (Yohana, 2016).

Terdapat syarat mutu minuman serbuk dapat diperhatikan pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Syarat Mutu Minuman Serbuk

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan: 1.1. Warna 1.2. Bau 1.3. Rasa		Normal Normal Normal
2.	Air (b/b)	%	Maks. 3,0
3.	Abu (b/b)	%	Maks. 1,5
4.	Jumlah Gula (dihitung sebagai sukrosa), b/b	%	Maks. 85,0
5.	Bahan Tambahan Makanan 5.1. Pemanis Buatan - Sakarin - Siklamat 5.2. Pewarna Tambahan	- -	Tidak boleh ada Tidak boleh ada Sesuai SNI 01-0222-1995
6.	Cemaran Logam 6.1. Timbal (Pb) 6.2. Tembaga (Cu) 6.3. Seng (Zn) 6.4. Timah (Sn)	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	Maks. 0,2 Maks. 2,0 Maks. 50,0 Maks. 40,0
7.	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1
8.	Cemaran Mikroba: 8.1. Angka Lempeng Total 8.2. Coliform	koloni/g APM/g	3×10^3 <3

(Sumber: BSN, 01-4320-2004).

2.4. Sukrosa

Sukrosa atau gula putih ($C_{12}H_{22}O_{11}$) merupakan disakarida yang tingkat kemanisannya paling tinggi. Sukrosa adalah disakarida jika dihidrolisis akan berubah menjadi dua molekul monosakarida yaitu gula dan fruktosa sehingga membentuk ikatan glikosidik atau disebut juga senyawa oligosakarida (Winarno, 2004). Sukrosa memiliki berat molekul sebesar 342,30 dengan komposisi C 42,10%, H 6,48%, dan O 51,42%. Dalam keadaan murni sukrosa akan berwarna putih, sukrosa bersifat higroskopis, dengan titik leleh $160^{\circ}C$ pada tekanan 1 atmosfer, mudah larut dalam air, dan mudah terhidrolisis oleh asam dan enzim.

Menurut SNI 3140-3-2010, gula kristal putih yang terbuat dari tebu atau bit melalui proses sulfitasi/fosfatasi/karbonasi atau proses lainnya langsung dapat dikonsumsi. Mengonsumsi gula yang berlebihan akan mengakibatkan hal yang tidak menguntungkan misalnya, menekan nafsu makan sehingga mengurangi konsumsi nutrient lain, menyebabkan kerusakan pada gigi, diabetes, dan kegemukan (obesitas) Sudarmadji (2010).

Sukrosa bisa memperbaiki aroma dan cita rasa dengan cara menyeimbangkan rasa menjadi lebih baik antara rasa asam, pahit, dan asin. Pada saat pemanasan sukrosa akan membentuk flavor dan warna, memiliki daya simpan yang baik, mudah dicerna, dan tidak beracun. Selain itu juga, sukrosa mudah didapat, tidak berwarna, memiliki kemurnian yang tinggi baik dari sifat kimia dan mikrobiologi (Nicol, 1982).

Tabel 4. Syarat Mutu Gula Kristal Putih

No.	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
			GKPI	GKPII
1.	Warna 1.1. Warna Kristal 1.2. Warna Larutan (ICUMSA)	CT IU	4,0 – 7,5 81 – 200	7,6 – 10,0 201 – 300
2.	Besar Jenis Butir	mm	0,8 – 1,2	0,8 – 1,2
3.	Susut Pengeringan (b/b)	%	Maks. 0,1	Maks. 0,1
4.	Polarisasi (OZ, 20°C)	‘Z’	Maks. 99,6	Maks. 99,5
5.	Abu Konduktiviti (b/b)	%	Maks. 0,10	Maks. 0,15
6.	Bahan Tambahan Pangan 6.1. Belerang dioksida (SO ₂)	mg/kg	Maks. 30,0	Maks. 30,0
7.	Cemaran Logam 7.1. Timbal (Pb) 7.2. Tembaga (Cu) 7.3. Arsen (As)	mg/kg mg/kg mg/kg	Maks. 2,0 Maks. 2,0 Maks. 1,0	Maks. 2,0 Maks. 2,0 Maks. 1,0

(Sumber: BSN, 3140-3-2010).

2.5. Tween 80

Tween 80 adalah ester asam lemak polioeksietilen sorbitan, dengan nama kimia *polioksietilen 20 sorbitan monoleat* dengan rumus kimia $C_{64}H_{124}O_{26}$. Ester polioksietilen sorbitan umumnya disebut polisorbat. Ester ini dibuat dari reaksi antara ester-ester sorbitan, yaitu asam laurat ($C_{11}H_{23}COOH$), asam palmitat ($C_{15}H_{31}COOH$), asam oleat ($C_{17}H_{33}COOH$) dan asam stearat ($C_{17}H_{35}COOH$). Terdapat tiga jenis tween yang dapat digunakan dalam pangan yaitu tween 60, tween 65, dan tween 80 (Souvica, 2013).



Gambar 4. Tween 80

(Sumber: *Scientific Laboratory Supplies*, 2024)

Tween 80 adalah pengemulsi yang bersifat tidak beracun, dengan konsistensi seperti minyak cair. Keseimbangan tween 80 memiliki nilai *Hidrofilik Lipophilic Balance* (HLB) dari pengemulsi ini adalah 15, yang sifatnya sebagai pembuih dan cenderung larut dalam air. Tingkat ketahanan zat pengemulsi terhadap air dan minyak ditunjukkan oleh nilai HLB. Nilai HLB yang tinggi membuat tween 80 sangat cocok untuk digunakan dalam sistem emulsi minyak dalam air. Tween 80 tidak dapat menimbulkan alergi dan tidak berbau (Putri *et al.*, 2022)

Tween 80 pada suhu 25°C berbentuk cairan, berwarna kekuningan, licin, memiliki aroma tertentu, rasa yang kuat dan memberikan sensasi hangat pada kulit. Tween 80 adalah pelarut dalam air dan etanol, namun tidak larut dalam minyak mineral. Keunggulan tween 80 antara lain sebagai bahan pembasah, pengemulsi dan penambah *solvabilitas* dan selanjutnya berfungsi sebagai penguat penetrasi (Akhtar *et al.*, 2001). Selain itu juga tween 80 tidak menimbulkan alergi dan tidak berbau, dapat menghasilkan busa yang stabil, dan menaikkan laju kelarutan produk.

Tween 80 yang ditambahkan pada minuman serbuk instan dapat berfungsi sebagai media pembentuk buih dalam sistem pengeringan. Saat dikeringkan dengan metode *foam-mat drying*. Viskositas fase terdispersi dapat meningkat lebih cepat dan lapisan tipis yang kuat dapat terbentuk untuk mencegah fase terdispersi bergabung dan mengendap. Jika ditambahkan dalam jumlah tertentu, tween 80 membantu membuat buih (*foam*) yang membuat permukaan partikel menjadi lebih besar dan dapat mempercepat proses pengeringan. Tween 80 digunakan sebagai bahan tambahan pada makanan yang aman dan tidak menimbulkan efek berbahaya saat dikonsumsi (Putri *et al.*, 2022).

Penambahan Tween 80 dapat membantu mengurangi tegangan permukaan antara fase dan membantu pembentukan busa. Untuk mengeringkan busa ke tingkat kelembaban yang diinginkan, busa disebarkan dalam lembaran tipis dan terkena aliran udara panas. Sebelum dikeringkan akan terbentuk busa sehingga memudahkan air terserap saat pengocokan dan pengadukan (Rajkumar *et al.*, 2007). Pemakaian tween 80 pada konsentrasi 0,4-1,0% dapat bekerja sebagai bahan pendorong pembentukan *foam* (Tranggono *et al.*, 1990).

2.6. Maltodekstrin

Menurut SNI 7599-2010, maltodekstrin merupakan salah satu jenis pati termodifikasi yang digunakan dalam berbagai industri, antara lain industri makanan, minuman, kimia dan farmasi.



Gambar 5. Maltodekstrin
(Sumber: Alodokter, 2024)

Maltodekstrin ($C_6H_{10}O_5)_nH_2O$) merupakan produk hasil hidrolisis pati yang memiliki unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan glikosidik dengan DE berkisar antara 3 - 20. DE adalah nilai untuk menunjukkan total gula pereduksi dari total pati yang dimodifikasi. Menurut Rahman (2022), Maltodekstrin adalah campuran dari glukosa, maltose, oligosakarida, dan dekstrin. Maltodekstrin banyak digunakan dalam pembuatan minuman serbuk instan sebagai bahan pengisi, Di industri pangan antara lain sebagai bahan pensubstitusi, pengental, pengisi, pengemulsi, dan sebagai bahan tambahan dalam minuman. Aplikasi penggunaan

maltodekstrin biasanya terdapat pada minuman susu bubuk, minuman sereal berenergi dan minuman prebiotik. Sifat-sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain mengalami dispersi cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi maupun membentuk *film*, membentuk sifat higroskopis yang rendah mampu membentuk *body*, sifat *browning* yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat serta salah satu kelebihan maltodekstrin adalah mudah larut dalam air dingin.

Berikut spesifikasi maltodekstrin dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini,

Tabel 5. Syarat Mutu Maltodekstrin

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan		
			I	II	III
1.	Organoleptik 1.1. Warna 1.2. Bau 1.3. Rasa	- - -	Putih Tak berbau Manis	Putih Tak berbau Manis	Putih Tak berbau Manis
2.	Gula Pereduksi	% (b/b)	11,0 s.d 15,0	17,0 s.d 20,0	28,0 s.d 31,0
3.	Kadar Air	% (b/b)	Maks. 5,0	Maks. 5,0	Maks. 5,0
4.	Kadar Abu	% (b/b)	Maks. 0,5	Maks. 0,5	Maks. 0,5
5.	Rapat Curat	g/mL	0,30 s.d 0,55	0,45 s.d 0,60	0,60 s.d 0,69
6.	pH (20% dalam air)	-	4,5 s.d 5,5	4,5 s.d 5,5	4,5 s.d 5,5
7.	Sulfur dioksida, SO ₂	mg/kg	Maks. 20	Maks. 20	Maks. 20
8.	Cemaran Logam 8.1. Timbal (Pb) 8.2. Tembaga (Cu) 8.3. Arsen (As) 8.4. Seng (Zn)	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	Maks. 0,5 Maks. 10,0 Maks. 1,0 Maks. 25,0	Maks. 0,5 Maks. 10 Maks. 1,0 Maks 25,0	Maks. 0,5 Maks. 10 Maks. 1,0 Maks 25,0
9.	Cemaran Mikroba 9.1. ALT 9.2. Kapang dan Khamir 9.3. E.Coli 9.4. Salmonella	koloni/g koloni/g koloni/g koloni/g	Maks. 100 Maks. 10 Negatif Negatif	Maks. 100 Maks. 10 Negatif Negatif	Maks. 100 Maks. 10 Negatif Negatif

(Sumber: BSN, 7599-2010).

Dalam pembuatan maltodekstrin dilakukan penambahan enzim α -amylase, karena aktivitas hidrolisis pati nya yang dapat menghasilkan sumber energi alternatif untu produksi maltodekstrin dan kondisi yang bersifat termostabil dalam kondisi apapun dan telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi secara komersial. Dalam pembuatan bubuk maltodektsrin menggunakan metode pengeringan yaitu menggunakan alat *spray drying* (Rahman, 2022).

Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi produksi maltodekstrin secara enzimatis adalah konsentrasi substrat (pati), konsentrasi katalis, suhu hidrolisis dan waktu hidrolisis (Hardi *et al.*, 2021). Pensubstitusian bahan karbohidrat pati membantu kesempurnaan proses gelatinisasi, sehingga menyebabkan pengembangan (*puffed*) dan memudahkan dalam pembuatan lembaran atau serpihan dari adonan. Maltodekstrin disamping sebagai bahan substitusi, bahan pengisi mempunyai sifat-sifat antara lain, mudah mengalami dispersi cepat dalam air, memiliki daya larut yang tinggi, membentuk sifat higroskopis yang rendah, mampu membentuk *body*, sifat *browning* yang rendah, serta memiliki daya ikat kuat (Triyono *et al.*, 2010).

2.7. Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa alami atau sintetis yang ditambahkan ke dalam suatu produk untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh udara (Shao *et al.*, 2005). Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang sifatnya oksidan, sehingga aktivitasnya dapat dihambat. Senyawa ini memiliki berat molekul yang kecil, tetapi mampu mengnonaktifkan reaksi oksidasi dengan cara mencegah terbentuknya radikal (Winarti, 2010).

Peran antioksidan dalam pangan adalah untuk mempertahankan mutu produk, mencegah terjadinya proses oksidasi yang dapat menyebabkan kerusakan, seperti ketengikan, perubahan warna dan aroma, serta kerusakan fisik lainnya (Tamat *et al.*, 2007). Menurut Putranti (2013), antioksidan sangat penting untuk mempertahankan mutu suatu produk pangan. Antioksidan juga mampu menghambat reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Reaksi oksidasi dengan radikal bebas sering terjadi pada molekul protein, lipid, polisakarida, dan asam nukleat.

Menurut Widyaningsih (2010), berdasarkan sumbernya, antioksidan dibagi menjadi dua bagian yaitu:

a. Antioksidan Sintetik

Didapat dari hasil sintetik reaksi kimia yang dapat memberikan efek samping yang cukup berbahaya bagi kesehatan, terutama dapat mengakibatkan kanker. Antioksidan sintetik biasanya berupa *Butylated Hydroxyanisole* (BHA), *Butylated Hydroxytoluene* (BHT), *Propyl Gallate* (PG), *Ethylenediaminetetraacetic Acid* (EDTA), *Tertiary Butylhydroquinone* (TBHQ), *Nordihydroguaiaretic Acid* (NDGA).

b. Antioksidan Alami

Diperoleh dari ekstraksi bahan alami seperti sayuran, buah-buahan, dan lainnya. Oleh karena itu, dicari antioksidan alami yang lebih aman untuk dikembangkan. Senyawa kimia yang ada pada antioksidan dan dapat ditemukan pada tumbuhan antara lain berasal dari golongan polifenol, bioflavonoid, vitamin C, vitamin E, β -karoten, katekin, dan resveratrol.

2.8. Vitamin C atau *Asam Askorbat*

Vitamin C atau *asam askorbat* adalah zat organik yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dalam jumlah kecil, untuk memelihara fungsi metabolisme, juga berperan sebagai antioksidan bagi tubuh manusia dan untuk menangkal radikal bebas (Hasanah, 2018). Vitamin C juga sebagai makanan penting antioksidan dan secara signifikan menurunkan efek samping spesies reaktif, seperti reaktif oksigen yang dapat menyebabkan kerusakan dengan reaksi oksidatif pada makromolekul, seperti lipid, DNA, dan protein, yang mana terlibat dalam penyakit kronis termasuk *neurodegenerative* penyakit. Sumber vitamin C yang penting di dalam makanan terutama berasal dari buah-buahan dan sayur-sayuran (Lung dan Destiani, 2018).

Asam askorbat memiliki berat molekul sebesar 176,13 dengan rumus molekul $C_6H_8O_6$. Vitamin C lebih mudah teroksidasi apabila terdapat katalisator Fe, Cu, enzim askorbat oksidase, sinar, temperatur tinggi. Larutan encer vitamin C dengan pH kurang dari 7,5 masih stabil apabila tidak ada katalisator. Vitamin C dikonsumsi sekitar 10 mg/hari pada orang dewasa untuk mencegah gejala defisiensi. Vitamin C dikonsumsi oleh anak-anak dan orang dewasa perharinya sekitar 20-30 mg/hari, sedangkan untuk ibu hamil dan menyusui ditambah 20 mg (Winarno, 2004).

2.9. *Foam-mat drying* atau Pengeringan Busa

Pengeringan minuman serbuk instan dapat menggunakan berbagai metode dengan masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Secara umum, metode pembuatan serbuk terbagi menjadi dua yaitu metode konvensional berupa kristalisasi, dan metode pengeringan instrumental berupa *foam-mat drying*, *spray drying*, dan *freeze drying* (Aslamiyah *et al.*, 2022).

Foam-mat drying adalah prosedur untuk mengeringkan cairan dan bahan sensitive terhadap panas melalui teknik pembusaan menggunakan buih. Pada suhu rendah, pengeringan dalam bentuk buih (*foam*) dapat mempercepat penguapan air. Sisi positif dan metode pengeringan buih adalah bahwa siklusnya umumnya sederhana dan murah, sistem pengeringan berada pada suhu 50°C - 80°C sehingga vitamin, rasa, warna, dan nutrisi lainnya dapat dipertahankan (Utomo dan Ariska, 2020).

Secara mekanisme, proses yang terjadi selama pengeringan dengan buih adalah bahan cair atau semi-cair diubah menjadi struktur buih yang stabil dengan kocokannya setelah menambahkan buih *food grade*. Setelah dihamparkan diatas lembaran, bahan fase busa tersebut dikeringkan dengan menggunakan metode pengeringan *foam-mat drying*. Setelah itu banyak gelembung kecil akan memperluas area permukaan bahan sehingga menghilangkan kelembaban dari bahan tersebut. Sistem pengeringan terjadi dengan cepat, karena pertukaran kelembaban air dengan kapilaritas dalam cairan yang diisolasi oleh gelembung buih. Buih jenis ini akan membuat bahan yang dikeringkan memiliki porositas yang tinggi sehingga sistem penguapan dapat terjadi pada lapisan dalam, sehingga akan diperoleh bahan yang kering secara merata (Rajkumar *et al.*, 2007).

Menurut Putri (2022), keuntungan pengeringan menggunakan *foam-mat drying* diantaranya yaitu bentuk busa pada *foam-mat drying* akan menyebabkan penyerapan air lebih mudah dalam proses pengocokan dan pencampuran sebelum dikeringkan ; suhu pengeringan tidak terlalu tinggi sebab adanya busa maka akan mempercepat proses penguapan air ; biaya pembuatan bubuk dengan metode *foam-*

mat drying lebih murah dibandingkan dengan metode vakum atau *freezee drying*, sebab tidak terlalu rumit dan cepat dalam proses pengeringan sehingga energi yang dibutuhkan untuk pengeringan lebih kecil dan waktunya lebih singkat ; *Foam-mat drying* baik digunakan karena strukturnya mudah menyerap air dan relatif stabil selama penyimpanan sehingga umur produk akan lebih tahan lama.

Metode pengeringan busa atau *foam-mat drying* biasa menggunakan pengering *belt kontinu* (*Belt dryer*) atau pengering *cabinet kontinu* (*Cabinet dryer*). Pengering *cabinet kontinu* (*Cabinet dryer*) bekerja dengan menggunakan pengeringan kontinu langsung, pengering ini digunakan untuk segala jenis cairan dan *slurry* hingga membentuk butiran, gumpalan, dan padatan. Bahan yang akan dikeringkan akan diletakkan kedalam *tray* yang memiliki kedalaman 2-6 cm dan diratakan kemudian dimasukkan kedalam pengering dengan suhu tertentu, untuk melakukan pengeringan sari buah dapat dilakukan pada suhu 60-70°C selama 90 menit (Utomo dan Ariska, 2020).

2.10. *Design Expert Metode Mixture D-Optimal*

Design Expert versi 13 merupakan *software* metode statistik yang digunakan untuk membantu melakukan desain eksperimental seperti penentuan formula optimum suatu sediaan. Selain dapat menentukan optimasi, *design expert* versi 13 digunakan untuk menginterpretasikan faktor-faktor percobaan. Pada *design expert* versi 13 terdapat tiga pilihan (*screening, characterization, optimization*) untuk arah penelitian yang dapat dipilih sesuai dengan desain percobaan yang akan dilakukan (Hidayat *et al.*, 2020).

Optimization membutuhkan banyak *runs* pada setiap faktor dan akan memberikan informasi terbanyak, optimasi dapat digunakan setelah mempersempit daftar faktor yang penting dan kemungkinan optimum pada wilayah yang sedang di uji. Dari beberapa pilihan desain eksperimen, terdapat 4 metode yang dapat digunakan, diantaranya (Faktorial, *Respon Surface Methodology* (RSM), *Mixture* dan *Combined*). Proses desain *Mixture D-Optimal* untuk desain campuran yang digunakan untuk menentukan optimasi formula dari berbagai macam bahan dan bahan yang digunakan dapat mencapai 24 bahan. Pengguna dapat menentukan bahan dan batasan setiap secara fleksibel sesuai dengan keinginannya. Penggunaan bahan dapat dibatasi dengan batas atas maupun batas bawah dan dapat disesuaikan dengan ketersediaan bahan, kandungan bahan, dan kemampuan bahan. Dengan istilah lain dapat ditentukan variabel berubah dan variabel tetap (Irfan, 2021).

Kelebihan *Design Expert D-Optimal* yaitu dapat memprediksi respon yang disetujui dengan beberapa batasan yang telah dilakukan sebelumnya sehingga jika salah satu respon yang akan diubah tidak perlu dilakukan formulasi ulang, tetapi hanya dengan mengubah batasan respon sebelumnya dengan batasan respon baru yang akan dilakukan. Namun *Design Expert D-Optimal* memiliki beberapa kelemahan diantaranya penggunaan *software* ini perlu di *upgrade* setiap jangka waktu tertentu dan pada skala industri.

Program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal* memiliki tingkat ketelitian yang tinggi secara numerik hingga mencapai 0,001 dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimasi. Terdapat tiga proses untuk mendapatkan persamaan polinomial, yaitu berdasarkan *sequential model sum*

of squares [Type I], *lack of fit test* dan *model summary statistics*. Ketiga proses ini dapat dilihat pada kolom *fit summary* (Isnaeni, 2007).

Selain itu, program ini menyediakan fitur lengkap seperti ANOVA yang dibutuhkan oleh peneliti. Suatu variabel respon dapat dikatakan berbeda nyata atau signifikan pada taraf 5% apabila “ $\text{prob} > F$ ” hasil analisis ragam lebih kecil dari taraf signifikansi tersebut. Variabel respon yang memiliki hasil analisis ragam berbeda nyata menunjukkan bahwa variabel uji memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon kombinasi tersebut sehingga dapat digunakan sebagai model prediksi. Model yang dianggap paling sesuai akan ditampilkan di dalam sebuah *contour plot* (grafik dua dimensi) atau grafik tiga dimensi. Selain itu *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* menyediakan *summary* atau rangkuman dari data yang telah didapat lengkap dengan standar *deviasi*, nilai *minimum*, *maximum*, dan *mean*, sehingga pengguna tidak perlu menghitung lama dan hasil yang di dapat sangat lengkap dan cepat. dalam menentukan model matematik yang cocok, program ini dapat menentukan rekomendasi berdasarkan nilai R^2 dan F terbaik dari data respon yang telah diukur dan dimasukkan ke rancangan (Nugroho, 2012).

Formula optimal yang terpilih memiliki derajat ketepatan atau *desirability*. *Desirability* memiliki nilai dari 0 hingga 1,0. Semakin mendekati nilai satu maka semakin tinggi nilai ketepatan optimasi. Formulasi yang dibantu menggunakan *Design Expert* lebih menguntungkan, dikarenakan dalam tahapan di dalamnya telah tersedia panduan yang memberikan arahan dan dapat dipilih sesuai tujuan *Design of Experiments* (DOE) atau desain experimental yang akan dilakukan (Hidayat *et al.*, 2020).

III. METODOLOGI PENELITIAN

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

3.1. Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1. Bahan-bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nanas agak matang indeks 4 varietas *queen* Pemalang, wortel varietas *chantenay* dan sukrosa yang diperoleh dari pasar tradisional Astana Anyar Kota Bandung, maltodekstrin dan tween 80 yang diperoleh dari toko Kimia Subur Jaya.

Bahan yang digunakan untuk analisis kimia adalah aquadest, larutan iodin, larutan *amylum* 1%, larutan n-butanol, larutan DPPH, larutan methanol, larutan DFIF, larutan HPO_3 , larutan buffer pH 4 dan pH 7.

3.1.2. Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan minuman serbuk instan nanas dan wortel adalah timbangan digital, cup 200 ml, pengaduk, kain saringan, *tray*, pisau, talenan, *cabinet dryer*, *food processor*, *mixer*, *chopper*, ayakan 60 mesh, gelas ukur 500 ml, spatula plastik, sendok, plastik HDPE dan wadah plastik.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis kimia adalah cawan porselen, tangkrus, tanur, neraca digital, tabung reaksi, eksikator, oven, erlenmeyer 250 ml, labu ukur 250 mL, labu ukur 5 mL, gelas kimia 100 mL, corong, kuvet, spektrofotometri, kertas saring, batang pengaduk, *ball filler*, pipet tetes, pipet seukuran, *thermometer*, *beaker glass*, *refraktometer digital*, timbangan analitik, pH meter digital, *magnetic stirrer*, *stopwatch*, buret, klem dan statif.

3.2. Metode Penelitian

3.2.1. Rancangan Perlakuan

Metode penelitian terbagi menjadi dua tahapan, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.2.1.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menganalisis bahan baku pada sari nanas dan sari wortel yaitu tingkat keasaman (pH), total padatan terlarut (% BRIX), kadar vitamin C (metode iodimetri), serta kadar karoten total (metode spektrofotometri).

3.2.1.2. Penelitian Utama

Penelitian utama merupakan tahap lanjutan dari penelitian pendahuluan yang bertujuan untuk menentukan formula optimal minuman serbuk instan nanas (*Ananas comosus L. Merr*) dan wortel (*Daucus carota L.*) dengan menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap yaitu: tahap 1 dan tahap 2.

3.2.1.2.1. Penelitian Tahap 1

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan variabel tetap dan variabel berubah yang akan diformulasikan pada *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*. Bahan-bahan yang digunakan yaitu: sari nanas, sari wortel, sukrosa, maltodekstrin, dan tween 80.

Formulasi dalam penelitian ini mengacu pada penelitian (Purbasari *et al.*, 2019), mengatakan bahwa konsentrasi tween 80 sebesar (1%) dan maltodekstrin (15%) sebagai bahan pengisi menghasilkan serbuk dengan kestabilan optimum

melalui proses metode *foam-mat drying* disertai dengan hasil *trial and error*. Komposisi minuman serbuk instan mengacu pada penelitian Jayanti (2023) dan Azzahra (2023), dengan formula sari nanas (20%:40%) dan sari wortel (16%:50%).

Tabel 6. Penentuan Batas Atas dan Batas Bawah

No.	Nama Bahan	Batas Bawah (%)	Batas Atas (%)
1.	Sari Nanas	20	40
2.	Sari Wortel	16	50
Total			64,0

Adapun variabel tetap dan variabel berubah dalam formulasi produk minuman serbuk instan nanas dan wortel dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Variabel Tetap dan Variabel Berubah

No.	Variabel Tetap	Jumlah (%)
1.	Sukrosa	20
2.	Maltodekstrin	15
3.	Tween 80	1,0
Total		36,0
No	Variabel Berubah	Jumlah (%)
1.	Sari Nanas	Sesuai Formulasi
2.	Sari Wortel	Sesuai Formulasi
Total		64,0
Total Keseluruhan		100

Variabel tetap meliputi sukrosa sebagai cita rasa manis, memperbaiki tekstur (Nicol, 1982), maltodekstrin sebagai agen pengering dan bahan pengisi (Rahman, 2022), serta tween 80 sebagai *foaming agent* (Putri *et al.*, 2022)

Variabel berubah terdiri dari sari nanas untuk memberikan karakteristik rasa asam dan manis untuk kesegaran produk dan sari wortel untuk meningkatkan kandungan karotenoid, sehingga ditetapkan sebagai variabel berubah untuk mengetahui formula optimal yang mempengaruhi karakteristik fisikokimia dan organoleptik minuman serbuk instan.

3.2.1.2.2. Penelitian Tahap 2

Penelitian tahap 2 ini menentukan formula optimum menggunakan *software Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*. Metode ini dipilih karena mampu mengoptimalkan formula campuran dengan batasan variabel yang realistis dan jumlah eksperimen yang efisien, dibandingkan metode *Simplex Lattice* atau *Simplex Centroid*. Metode ini lebih fleksibel dalam menghindari kombinasi yang tidak mungkin atau tidak stabil. Model yang dihasilkan kemudian diuji analisis ANOVA dan nilai *desirability* akan dijadikan dasar dalam pemilihan formula terbaik yang memenuhi kriteria sensori dan kimia, lalu hasil yang telah didapatkan kemudian dibandingkan dengan variabel respon yang diprediksi oleh *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* yang sudah dilengkapi dengan nilai prediksi yang dihasilkan dapat dilihat kesesuaiannya pada tahapan verifikasi (Nurmiah *et al.*, 2013).

Adapun formulasi minuman serbuk instan berbahan dasar sari nanas dan sari wortel, dengan batas bawah dan atas masing-masing sari nanas (20–40%) dan sari wortel (16–50%), sehingga total campuran dibatasi sebesar 64% dari keseluruhan formulasi. Desain percobaan dilakukan dengan menambahkan replikasi sebanyak 3 kali dan memasukkan analisis *lack of fit* 3 untuk memastikan kesesuaian model, sehingga diperoleh total 9 *runs* eksperimen. Respon yang diamati meliputi kadar air, kadar vitamin C, kadar abu, rendemen, nilai pH, waktu larut, warna, aroma, dan rasa yang dimana tahapannya bisa dilihat pada lampiran 14.

Tabel 8. Formula Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Formulasi	Sari Nanas		Sari Wortel		Sukrosa		Maltodekstrin		Tween 80		Jumlah	
	(%)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	(gram)	(%)	(gram)
F1	30	180	34	204	20	120	15	90	1,0	6	100	600
F2	25	150	39	234	20	120	15	90	1,0	6		
F3	35	210	29	174	20	120	15	90	1,0	6		
F4	20	120	44	264	20	120	15	90	1,0	6		
F5	40	240	24	144	20	120	15	90	1,0	6		
F6	40	240	24	144	20	120	15	90	1,0	6		
F7	20	120	44	264	20	120	15	90	1,0	6		
F8	20	120	44	264	20	120	15	90	1,0	6		
F9	30	180	34	204	20	120	15	90	1,0	6		

Catatan:

Kebutuhan Adonan/formulasi = 600 gram

3.2.2. Rancangan Respon

Rancangan respon yang akan dilakukan pada penelitian produk minuman serbuk instan nanas dan wortel menggunakan program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal* yaitu respon kimia (kadar air, kadar abu, nilai pH, vitamin C), respon fisik (rendemen, waktu larut), dan respon organoleptik (warna, aroma dan rasa).

1. Kadar Air

Pengujian kadar air pada produk minuman serbuk instan nanas dan wortel ini dilakukan untuk mengetahui kadar air yang terkandung pada produk tersebut. Pengujian kadar air ini dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri (Sudarmadji, 2010).

2. Kadar Abu

Pengujian kadar abu pada produk minuman serbuk instan nanas dan wortel ini dilakukan untuk menentukan kadar abu (total mineral) pada produk tersebut. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri (AOAC, 1995).

3. Nilai pH

Pengujian nilai pH pada produk minuman serbuk instan nanas dan wortel ini dilakukan dengan menggunakan pH meter digital untuk menentukan nilai pH dari larutan minuman serbuk instan nanas dan wortel guna mengevaluasi tingkat keasaman yang berpengaruh terhadap rasa, stabilitas, dan daya simpan produk (Sudarmadji, 2010).

4. Rendemen

Pengujian rendemen pada produk minuman serbuk instan nanas dan wortel ini dilakukan untuk melihat seberapa banyak zat padat dari bahan baku yang berhasil dikonversi menjadi serbuk (AOAC, 2005).

5. Kadar Vitamin C

Pengujian kadar vitamin C pada produk minuman serbuk instan nanas dan wortel ini dilakukan untuk memastikan kadar vitamin C sesuai dengan standar gizi yang dibutuhkan tubuh serta untuk mengontrol kualitas produk minuman serbuk instan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode titrasi DFIF (AOAC, 2002).

6. Waktu Larut

Pengujian waktu larut pada produk minuman serbuk instan nanas dan wortel ini dilakukan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan oleh serbuk minuman instan nanas dan wortel untuk larut sempurna dalam air, sebagai indikator kemudahan pelarutan (Husni, 2020).

7. Organoleptik Hedonik

Pengujian organoleptik yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode uji hedonik atau disebut uji tingkat kesukaan. Menurut Soekarto (1985), uji kesukaan (hedonik) merupakan pengujian yang panelisnya mengemukakan responnya yang berupa senang atau tidaknya terhadap bahan yang di uji. Respon organoleptik yang akan dilakukan dalam pembuatan minuman serbuk instan nanas dan wortel berdasarkan atribut warna, aroma, dan rasa metode uji hedonik atau tingkat kesukaan yang dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih. Pada

pengujian organoleptik digunakan 15 gram sampel kemudian dilarutkan dengan 450 ml air dingin dan disajikan sebanyak 15 ml setiap panelis.

Panelis diminta untuk menilai sesuai kriteria penilaian yang digunakan dalam uji organoleptik. Penilaian seluruh panelis akan dicantumkan dalam formulir pengisian dan kemudian datanya diolah menggunakan perhitungan statistik, ditunjukkan oleh tabel 9.

Tabel 9. Uji Skala Hedonik Pada Pengujian Organoleptik

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

(Sumber: Soekarto, 1985)

Selanjutnya melakukan proses tingkat kepentingan (*Importance Grade*) setiap komponen dan respon agar didapatkan formulasi yang optimum. Pada kolom *importance grade* terdapat pilihan tanda positif (+), mulai dari positif 1 (+) hingga positif 5 (+++++). Semakin tinggi tingkat kepentingan dari respon yang diukur terhadap produk, maka akan semakin banyak tanda (+) yang harus diberikan. Peringkat nilai kepentingan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Peringkat Nilai Kepentingan (*Importance Grade*)

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

Tabel 11. *Goals* Respon Optimasi Formula dan Tingkat Kepentingan

Respon	Goals	Importance Grade
Kadar Vitamin C	<i>Maximize</i>	+++++
Kadar Air	<i>Minimize</i>	+++
Kadar Abu	<i>Minimize</i>	+++
Nilai pH	<i>In range</i>	++
Waktu Larut	<i>Minimize</i>	++
Rendemen	<i>Maximize</i>	++
Organoleptik	<i>Maximize</i>	
- Warna		++++
- Aroma		++++
- Rasa		+++++

Selanjutnya, program mengolah semua variabel respon sesuai kriteria-kriteria yang ditetapkan serta memberi beberapa solusi formula sebagai formula minuman serbuk instan nanas dan wortel terpilih. Nilai target optimasi yang dicapai disebut dengan *desirability*. *Desirability* mempunyai nilai 0 sampai 1.

3.2.3. Rancangan Analisis

Setelah diperoleh formula optimal dari produk minuman serbuk instan nanas dan wortel, selanjutnya dilakukan rancangan analisis pada produk tersebut. Adapun analisis yang akan dilakukan terhadap formula optimal adalah kadar antioksidan (metode DPPH) dan kadar karoten total (metode Spektrofotometri).

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Prosedur Penelitian Pembuatan Sari Nanas

Prosedur penelitian pendahuluan adalah pembuatan sari nanas. Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman serbuk instan sari nanas wortel adalah nanas jenis *Queen* atau Pemalang (*Ananas comosus L Merr*) dan air.

2. Sortasi

Buah nanas dilakukan pemilihan atau sortasi untuk memisahkan nanas yang baik dan yang rusak.

3. Pengupasan atau *Trimming*

Pengupasan nanas bertujuan untuk membuang atau memisahkan bagian antara bonggol, kulit dan daging buah.

4. Pencucian

Buah nanas yang telah dilakukan pengupasan pada kulit lalu dicuci untuk menghilangkan sisa kotoran yang terdapat pada daging buah nanas.

5. Pemotongan / *Size Reduction*

Pemotongan bertujuan untuk memotong buah nanas serta memudahkan dalam proses penghancuran dengan ukuran 2 x 2 cm.

6. Penghancuran

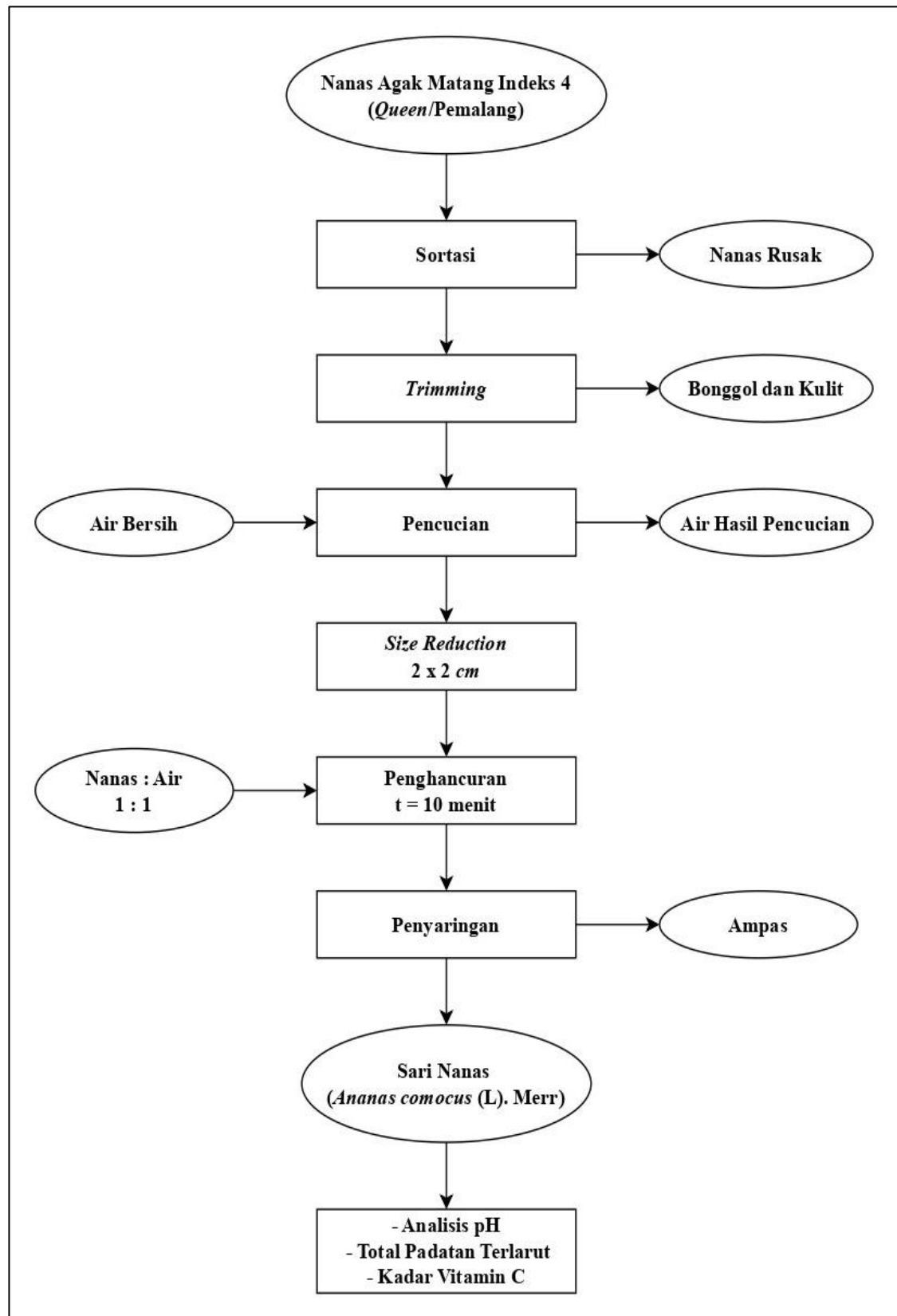
Buah nanas yang telah dipotong, selanjutnya dilakukan penghancuran yang bertujuan untuk menghancurkan buah nanas dengan *food processor* untuk memudahkan proses selanjutnya, dengan perbandingan nanas dan air yaitu 1:1 selama 10 menit.

7. Penyaringan

Penyaringan bertujuan untuk memisahkan ampas pada buah nanas hasil dari penghancuran sehingga mendapatkan sari buah nanas tanpa ampas dengan menggunakan saringan.

8. Analisis

Sari nanas yang telah diperoleh, kemudian dilakukan analisis pH untuk mengetahui tingkat keasaman (pH), total padatan terlarut, dan kadar vitamin C sebagai acuan dalam formulasi produk dan penyesuaian untuk proses pengeringan,



Gambar 6. Diagram Alir Pembuatan Sari Nanas (*Ananas comosus* L. Merr)

3.3.2. Prosedur Penelitian Pembuatan Sari Wortel

Prosedur penelitian pendahuluan adalah pembuatan sari nanas. Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman serbuk sari nanas wortel adalah wortel *chantenay* (*Daucus carota L.*) dan air.

2. Sortasi

Wortel dilakukan pemilihan atau sortasi untuk memisahkan wortel kualitas yang baik dan yang rusak.

3. Pengupasan

Pengupasan bertujuan untuk memisahkan bagian yang akan digunakan untuk membuat sari wortel dengan bagian yang tidak digunakan seperti kulit.

4. Pencucian

Wortel yang telah dikupas dilakukan pencucian bertujuan untuk membersihkan kotoran seperti partikel tanah, atau debu maupun sisa pestisida yang menempel pada wortel.

5. Pemotongan atau *Size Reduction*

Pemotongan dilakukan bertujuan untuk memotong wortel kedalam ukuran 1 x 1 cm, sehingga dapat mempermudah proses penghancuran.

6. Penghancuran

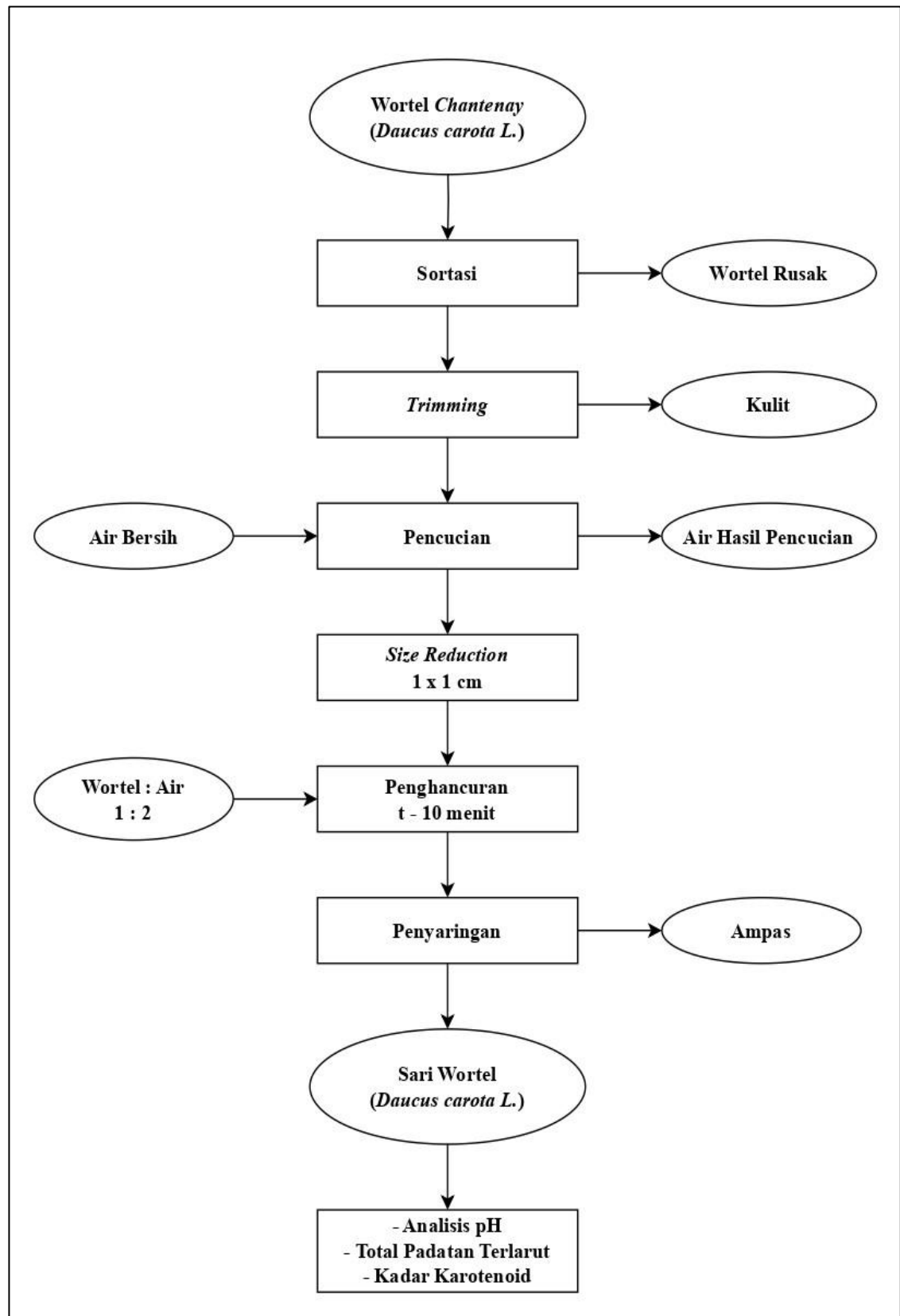
Wortel yang telah dilakukan pengecilan ukuran, kemudian dihancurkan dengan menggunakan *food processor* dengan perbandingan air dan wortel 1:2 selama 10 menit.

7. Penyaringan

Penyaringan bertujuan untuk memisahkan ampas wortel hasil penghancuran sehingga mendapatkan sari wortel tanpa ampas dengan menggunakan saringan

8. Analisis

Sari wortel yang telah diperoleh, kemudian dilakukan analisis pH untuk mengetahui tingkat keasaman (pH), total padatan terlarut, dan kadar karoten sebagai acuan dalam formulasi produk dan penyesuaian untuk proses pengeringan.



Gambar 7. Diagram Alir Pembuatan Sari Wortel (*Daucus carota L.*)

3.3.3. Prosedur Penelitian Pembuatan Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Prosedur penelitian utama adalah pembuatan minuman serbuk instan nanas wortel. Berikut merupakan Langkah-langkah yaitu:

1. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman serbuk instan nanas dan wortel adalah sari nanas (*Ananas Comosus L. Merr*) dan sari wortel (*Daucus carota L*), sukrosa, maltodekstrin, dan tween 80.

2. Pencampuran I

Sari nanas dan sari wortel sesuai dengan formulasi, kemudian ditambahkan bahan lain seperti sukrosa dan maltodekstrin.

3. *Foaming*

Sebelum itu, dilakukan pembuatan *foam* terlebih dahulu dengan menggunakan bahan tween 80, kemudian dilakukan pengadukan terus menerus hingga menghasilkan *foaming* selama 5 menit.

4. Pencampuran II

Setelah *foam* sudah dibuat kemudian ditambahkan ke dalam bahan lainnya sesuai formulasi yang sudah dicampurkan hingga merata, lalu diaduk menggunakan *mixer* selama 10 menit.

5. Pengadukan

Bahan-bahan yang sudah dicampurkan, kemudian dilakukan pengadukan selama 7 menit untuk memastikan agar semua bahan tercampur secara merata dan menjadi *foam*.

6. Penebaran dalam *Tray*

Penebaran dalam *tray* berfungsi untuk meratakan bahan sehingga proses pengeringan lebih mudah. Sebelum ditebarkan didalam *tray*, *tray* dilapisi dengan plastik tahan panas (HDPE).

7. Pengeringan

Hasil penebaran dalam *tray*, kemudian dilakukan pengeringan menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu 70°C selama 6 jam.

8. *Tempering*

Setelah pengeringan, produk yang sudah dikeringkan kemudian dikeluarkan dari *tray* lalu didiamkan di suhu ruang.

9. Penggilingan

Setelah dilakukan pendiaman di suhu ruang, kemudian dilakukan penggilingan menggunakan *chopper* untuk menghasilkan bentuk serbuk.

10. Pengayakan

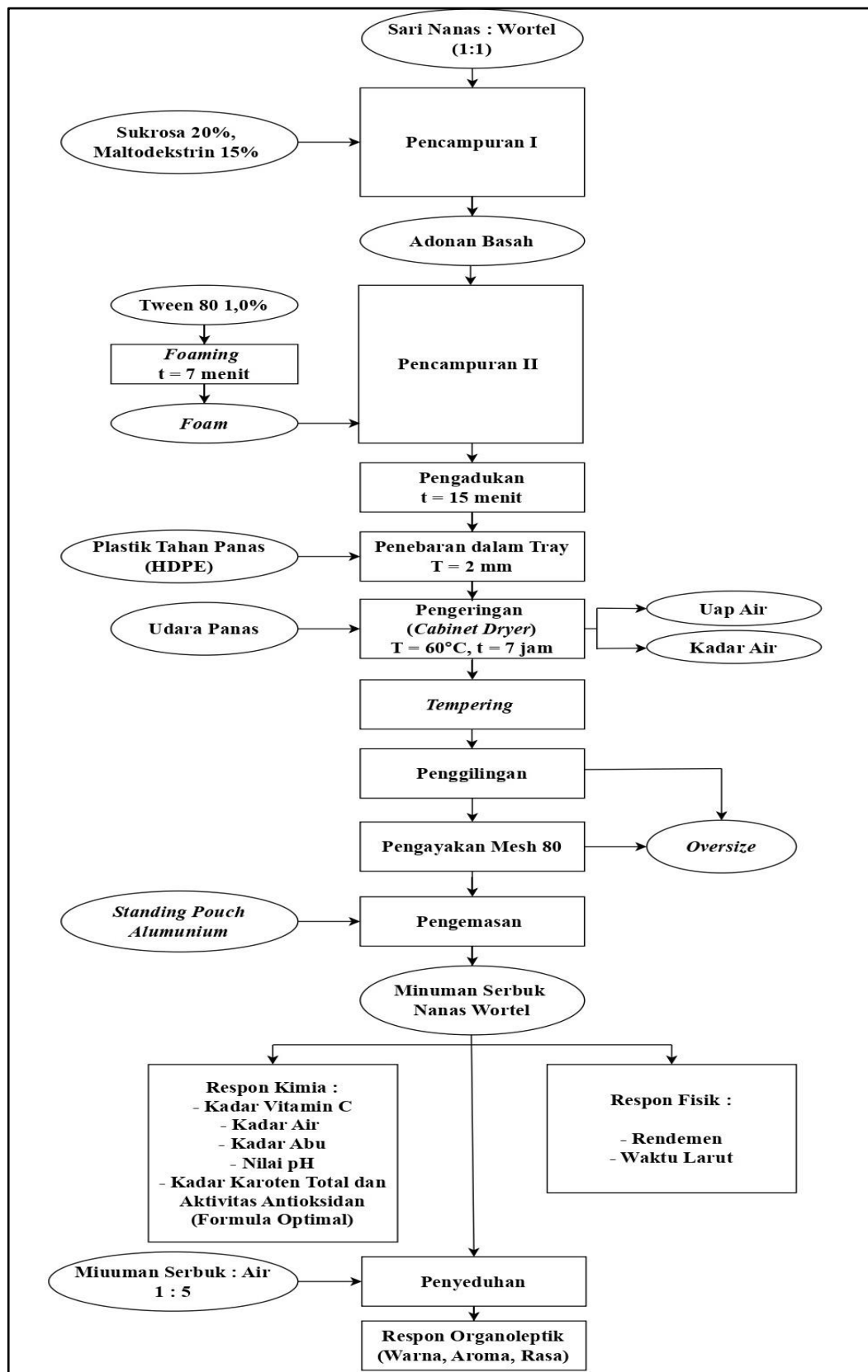
Produk yang telah dihancurkan kemudian dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan mesh 60 agar menghasilkan partikel-partikel serbuk minuman yang seragam.

11. Pengemasan

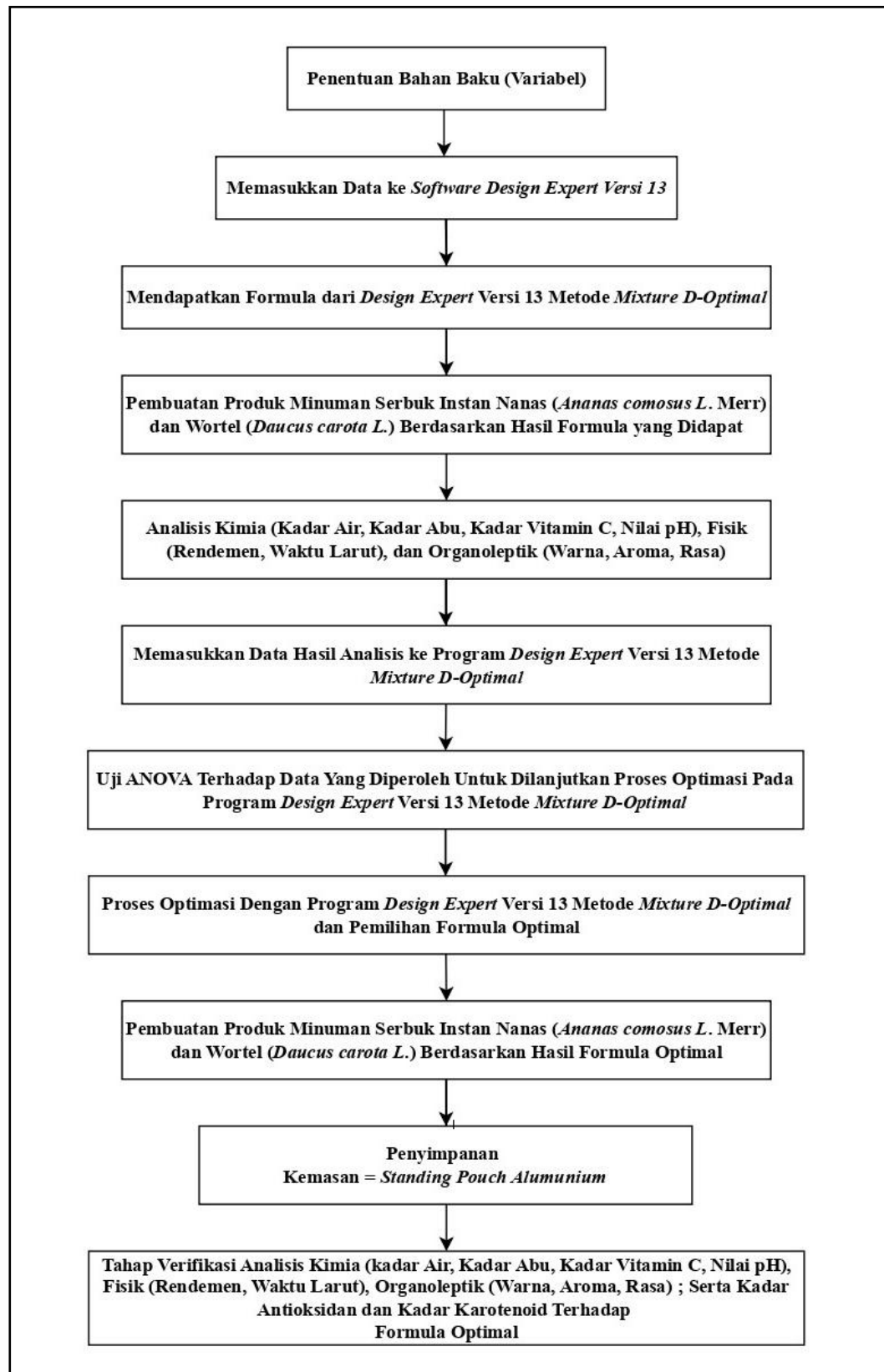
Produk minuman serbuk instan nanas dan wortel kemudian dilakukan pengemasan dengan menggunakan *standing pouch aluminium* ukuran 13 x 20 cm.

12. Analisis

Produk minuman serbuk instan nanas dan wortel selanjutnya dilakukan analisis menggunakan respon kimia, respon fisik, dan respon organoleptik.



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian Utama Minuman Serbuk Instan



Gambar 9. Diagram Alir Penelitian *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal*

3.4. Jadwal Penelitian

Tabel 12. Jadwal Penelitian

Kegiatan	Maret 2025	April 2025	Mei 2025	Juni 2025	Juli 2025	Agustus 2025	September 2025
Penyusunan Proposal dan Bimbingan							
Pembuatan Minuman Serbuk Instan Nanas Wortel (Penelitian Pendahuluan dan Utama)							
Seminar Usulan Penelitian							
Pengujian Minuman Serbuk Instan Dengan Mengolah Data dan Penyusunan Tugas Akhir							
Sidang Tugas Akhir							

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai: (4.1) Hasil Penelitian Pendahuluan, dan (4.2) Hasil Penelitian Utama.

4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan

4.1.1. Hasil Analisis Kadar Vitamin C dan Nilai pH Pada Sari Nanas

Hasil analisis kadar vitamin C sari nanas dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Analisis Vitamin C dan pH Sari Nanas

Sampel	Vitamin C (mg/100 g)	Nilai pH (Numerik)
Sari Nanas	70,40	4,70

Berdasarkan Tabel 13, menunjukkan bahwa sari nanas mengandung vitamin C sebesar 70,40 mg/100 gram, dengan tingkat kematangan (agak matang) indeks 4, dengan memiliki nilai pH sebesar 4,70.

Menurut hasil penelitian (Aprillia, Dewi dan Lestari, 2025), menunjukkan bahwa kadar Vitamin C sebanyak 47,52 mg/100 g pada *Jelly* yang 100% berbahan dasar sari nanas. Nilai kadar vitamin C pada bahan baku sari nanas lebih tinggi dibanding bahan baku sari bayam merah (47,52 mg/100 g > 45,76 mg/100 g). Temuan ini selaras dengan penelitian (Destiana dan Rahayu, 2021), menunjukkan kadar vitamin C lebih tinggi pada minuman yang tinggi akan kandungan bahan baku dari kulit nanas (100% kulit nanas = 84,48 mg), dibandingkan minuman dengan kandungan bahan baku yang dicampur. Hasil Penelitian (Putri *et al.*, 2023), pada beberapa hasil penelitian terdahulu, ditemukan bahwa kadar vitamin C pada nanas lebih banyak (4,274 ppm) dibanding pada buah jambu biji dan jeruk nipis. Menurut penelitian (Salwa *et al.*, 2023), mengatakan bahwa ada perbedaan antara

kadar vitamin C pada buah nanas segar dan buah nanas kalengan. Buah nanas segar memiliki kadar vitamin C lebih tinggi dibanding buah nanas kalengan (3,4274 ppm > 1,4225 ppm).

4.1.2. Hasil Analisis Kadar Karotenoid dan Nilai pH Pada Sari Wortel

Hasil analisis kadar karotenoid pada sari wortel dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Analisis Kadar Karotenoid dan pH Sari Wortel

Sampel	Kadar Karotenoid (mg/L)	Nilai pH (Numerik)
Sari Wortel	5,700	7,30

Berdasarkan Tabel 14, menunjukkan bahwa kadar karotenoid pada sari wortel didapatkan sebesar 5,700 mg/L, dengan memiliki nilai pH sebesar 7,30.

Fluktuasi kadar karoten pada bahan baku dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain yaitu suhu dan penyimpanan. Menurut penelitian (Hamieh *et al.*, 2023), adanya penurunan kadar α - dan β -karoten pada wortel yang disimpan pada ruangan gelap selama 14 hari dengan suhu 20°C. Menurut (Dewi *et al.*, 2022), mengatakan bahwa senyawa seperti beta-karoten akan mengalami penurunan pada penyimpanan suhu tinggi dan dalam jangka waktu yang lama. Hal ini tidak lain karena proses *isomerase* yang menyebabkan bahan baku mudah teroksidasi. Hasil penelitian (Rifqi *et al.*, 2025), menemukan bahwa proses pengeringan (matahari dan oven) akibat paparan suhu tinggi dan oksidasi secara signifikan mampu menyebabkan degradasi beta-karoten. Sementara, penelitian (Suryanto, 2022), memperoleh hasil bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap kadar karotenoid, semakin lama penyimpanan kadar karotenoid akan mengalami menurun.

4.1.3. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut (TPT) Pada Sari Nanas dan Sari Wortel

Hasil analisis total padatan terlarut dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut

Sampel	TPT	% BRIX
	Sari Nanas = 5	5,28
	Sari Wortel = 7	7,28

Berdasarkan hasil analisis total padatan terlarut (TPT) yang ditunjukkan pada Tabel 15, diketahui bahwa sari nanas memiliki nilai TPT 5,28% Brix, sari wortel memiliki nilai TPT sebesar 7,28%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai TPT sari wortel lebih tinggi dibanding sari nanas ($7,28\% \text{ Brix} > 5,28\% \text{ Brix}$).

Menurut hasil penelitian (Utami, Saloko dan Cicilia, 2024), menemukan bahwa total padatan terlarut selai dami nangka terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya nanas yang diberikan. Selaras dengan temuan dari penelitian (Aprilia, Maherawati dan Dewi, 2023), menunjukkan bahwa semakin tinggi sari buah nanas yang ditambahkan akan mempengaruhi total padatan terlarut pada minuman *isotonic* air kelapa-nanas. Dari kedua hasil temuan tersebut dapat diketahui bahwa penambahan nanas berpengaruh signifikan terhadap total padatan terlarut. Terbukti dengan hasil penelitian (Sulityo, Ulfa dan Nasution, 2024), mengatakan bahwa penambahan sari nanas pada *soyghurt* secara signifikan meningkatkan total padatan terlarut. Menurut (Ratnasari *et al.*, 2022), nilai TPT dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi padatan terlarut yang ditambahkan seperti total gula, total asam pada nanas, dan total asam laktat pada *yoghurt*.

4.1.3.1. Sari Nanas (5,28 °Brix)

Nilai TPT sari nanas lebih rendah dibandingkan sari wortel. Hal ini disebabkan kandungan utama nanas adalah air (sekitar 80–86%), sedangkan padatan terlarut utamanya berupa gula sederhana (glukosa, fruktosa, sukrosa) serta asam organik (terutama asam sitrat) (Leneveu-Jenvrin *et al.*, 2020). Faktor kematangan buah sangat memengaruhi TPT: semakin matang, semakin tinggi kandungan gula dan semakin pekat nilai TPT. Pada penelitian ini digunakan nanas dengan tingkat kematangan indeks 4 (agak masak), sehingga nilai TPT cenderung sedang (Zheng *et al.*, 2025)

4.1.3.2. Sari Wortel (7,28 °Brix)

Nilai TPT sari wortel lebih tinggi dibandingkan nanas. Hal ini dikarenakan wortel mengandung lebih banyak karbohidrat kompleks, serat larut, gula alami, serta senyawa pigmen seperti β -karoten (Sharma *et al.*, 2012). Selain itu, wortel memiliki kadar mineral dan vitamin yang lebih tinggi dalam bentuk terlarut, sehingga meningkatkan total padatan terlarut.

Nilai TPT sari wortel (7,28 °Brix) lebih tinggi dibandingkan sari nanas (5,28 °Brix). Kombinasi keduanya dalam formulasi minuman serbuk instan diharapkan menghasilkan keseimbangan rasa (manis–asam), serta kestabilan produk. Semakin tinggi TPT, semakin mempengaruhi karakteristik organoleptik produk, terutama pada rasa manis alami dan kekentalan larutan (Kamarul Zaman, 2016)

4.2. Hasil Penelitian Utama

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 9 formulasi yang dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Formulasi Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Formulasi	Sari Nanas (%)	Sari Wortel (%)	Sukrosa (%)	Maltodekstrin (%)	Tween 80 (%)
F1	30	34	20	15	1,0
F2	25	39	20	15	1,0
F3	35	29	20	15	1,0
F4	20	44	20	15	1,0
F5	40	24	20	15	1,0
F6	40	24	20	15	1,0
F7	20	44	20	15	1,0
F8	20	44	20	15	1,0
F9	30	34	20	15	1,0

Menurut Rahayuni (2013), menyatakan bahwa asam askorbat atau vitamin C bersifat mudah rusak oleh panas, oksidasi, dan alkali dan mudah larut dalam air namun stabil pada pH asam, sedangkan pada pH 6 dan pH 7 menunjukkan konsentrasi vitamin C mengalami penurunan, hal ini diduga bahwa konsentrasi vitamin C akan menurun pada pH netral. Selaras dengan penelitian yang dilakukan (Herbig dan Renard, 2017) yang menyatakan bahwa kestabilan asam askorbat akan menurun pada pH mendekati netral dikarenakan asam askorbat akan mengalami degradasi lebih cepat dibandingkan pH asam (2-5), dan sebaliknya apabila kondisi pH nya terjaga tidak melebihi 5, maka vitamin C akan stabil.

Stabilitas vitamin C semakin menurun pada suhu yang ekstrim atau panas berlebih yaitu diatas 22°C, lalu apabila terjaga dibawah 22°C, maka stabilitas vitamin C akan stabil. Berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Analisis Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Kadar Vitamin C”, menunjukan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan terhadap cara penyimpanan, maka stabilitas vitamin C semakin menurun. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu

pemanasan akan mempercepat terjadinya oksidasi sehingga stabilitas Vitamin C akan semakin berkurang (Anggraini, Y, 2022).

Selain itu apabila pada penyimpanan tidak dilakukan dengan baik, asam askorbat akan bereaksi dengan adanya oksigen, asam askorbat mudah terdegradasi menjadi asam dehidroaskorbat (DHA), yang rentan terhadap degradasi lebih lanjut, sehingga kehilangan aktivitas vitamin C-nya (Van Bree *et al.*, 2012). Pada kondisi aerobik yaitu tanpa substitusi oksigen dalam air, vitamin C yang terkandung akan terdegradasi secara signifikan setelah 6 jam. Pada penelitian ini adanya penambahan maltodekstrin, dengan tujuan untuk menghambat kerusakan vitamin C dapat melakukan perlindungan dengan penambahan maltodekstrin sebagai pengisi. Berdasarkan penelitian (Gabriela, 2020), bahwa maltodekstrin memiliki fungsi sebagai pelindung komponen yang sensitif termasuk vitamin, warna, rasa serta komponen gizi lainnya.

Faktor-faktor utama yang memengaruhi respon keseluruhan adalah pH yang berperan penting dalam kestabilan vitamin C, tingkat kelarutan pigmen karotenoid yang menentukan intensitas warna, sifat higroskopis sukrosa yang memengaruhi tekstur dan kestabilan serbuk, serta kemampuan maltodekstrin dalam mempercepat pengeringan dan melindungi pigmen maupun nutrien. Kombinasi faktor-faktor inilah yang menentukan kualitas akhir dari minuman serbuk instan nanas dan wortel.

4.2.1. Hasil Analisis Respon Kimia

4.2.1.1. Kadar Vitamin C

Berikut hasil analisis kadar vitamin C dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Produk

Formulasi	Kadar Vitamin C (mg/100 gram)
F1	30,16
F2	29,12
F3	27,04
F4	28,08
F5	32,24
F6	32,24
F7	29,12
F8	27,04
F9	27,04

Berdasarkan Tabel 17, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon kimia terhadap kadar vitamin C dari 9 formulasi minuman serbuk instan nanas dan wortel yaitu berkisar 27,04 – 32,24 mg/100 gram. Nilai kadar vitamin C terendah ditunjukkan oleh formulasi 3, 8, 9 sedangkan yang tertinggi oleh formulasi 5 dan 6. Nilai rata-rata untuk hasil kadar vitamin C yaitu sebesar 29,12 mg/100 gram.

Vitamin C atau asam askorbat merupakan senyawa yang larut dalam air dan paling mudah rusak. Vitamin C mudah teroksidasi dan proses tersebut dipercepat dengan panas, enzim, sinar, alkali, oksidator, serta katalis tembaga dan besi (Winarno, 2004). Vitamin C merupakan salah satu zat yang berperan sebagai antioksidan efektif atau mengatasi radikal bebas dari kerusakan oksidatif yang ditimbulkan oleh radiasi.

Menurut hasil penelitian (Putri *et al.*, 2022), menemukan bahwa kadar vitamin C akan mengalami penurunan seiring peningkatan suhu, sehingga, semakin tinggi suhu maka kadar vitamin C semakin rendah. Menurut penelitian (Ningtiyas *et al.*, 2023), memperoleh hasil bahwa kandungan vitamin C sari buah lemon mengalami penurunan pada setiap waktu pasteurisasi. Ini menunjukkan bahwa

semakin banyak waktu pasteurisasi, maka semakin tinggi persentase penurunan kandungan vitamin C pada bahan baku. Sementara, Menurut (Paramita, 2023), mengatakan bahwa penurunan kadar vitamin C dipengaruhi oleh suhu, paparan terhadap sumber panas (matahari, suhu ruang atau oven) dan lama pengeringan. Hal ini tidak lain karena sifat vitamin C yang mudah mengalami kerusakan, terutama akibat suhu pemanasan.

Proses pemanasan dalam pembuatan produk minuman serbuk ini yaitu adanya proses pengeringan ($T=60^{\circ}\text{C}$) selama 7 jam yang dapat mempengaruhi kadar vitamin C dalam produk menurun. Menurut Sudarmadji (2010), vitamin C merupakan senyawa yang paling mudah rusak, mudah teroksidasi, dan juga dapat didukung dengan proses panas, cahaya, enzim, alkali, oksidator, serta katalis tembaga dan besi. Oksidasi vitamin C akan terhambat apabila vitamin C disimpan dalam lingkungan asam atau pada suhu rendah.

Pada proses pembuatan produk ini menggunakan suhu 60°C dengan lama waktu pengeringan selama 7 jam sesuai dengan referensi pengeringan menggunakan metode *foam-mat drying*, sehingga diduga konsentrasi vitamin C menurun dari bahan baku, pemanasan ini menyebabkan vitamin C yang berubah menjadi asam L-dehidroaskorbat yang selanjutnya akan berubah menjadi asam L-diketogulonat ketika mengalami oksidasi sehingga menurunkan keaktifan terhadap vitamin C (Winarno, 2004).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5% model yang direkomendasikan yaitu *cubic* adalah *significant*, dengan nilai p “ $\text{prob}>F$ ” adalah

lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0488. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara nanas dan wortel memberikan pengaruh terhadap nilai kadar vitamin C minuman serbuk instan nanas dan wortel. Nilai *Lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,4842 yang menunjukkan bahwa *lack of fit not significant* berhubungan dengan *pure error*. Nilai *lack of fit not significant* merupakan syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian anatara data hasil analisis kadar vitamin C dengan model.

Pada hasil pengujian kadar vitamin C nilai R^2 sebesar 0,7668 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,6268. Nilai *Adeq precision* sebesar 5,3777 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang menandai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Dari hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon kimia pengujian kadar vitamin C dapat dilihat pada Lampiran 16.

Persamaan model matematika untuk analisis respon kimia pengujian kadar vitamin C ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

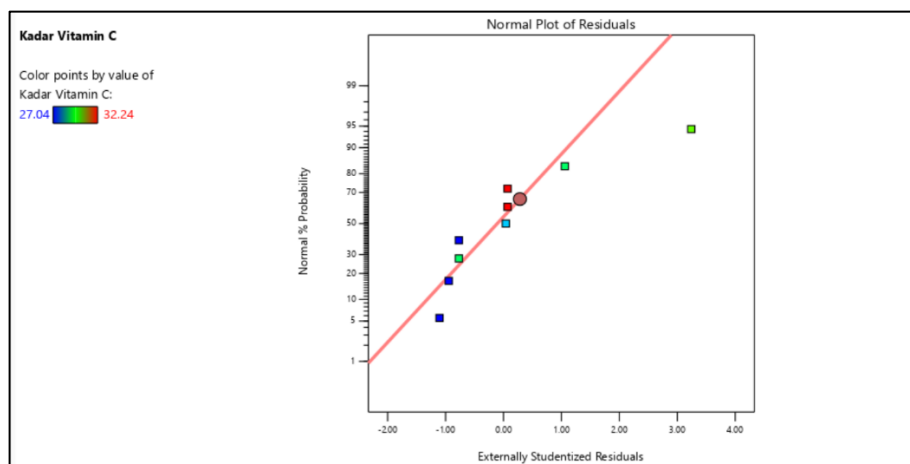
$$Y = A (256,09) + B (-93,40) + AB (-214,98) + AB(A-B) (-724,93)$$

Keterangan:

- A = Sari Nanas
- B = Sari Wortel
- AB = Sari Nanas, Sari Wortel
- AB (A-B) = Sari Nanas – Sari Wortel

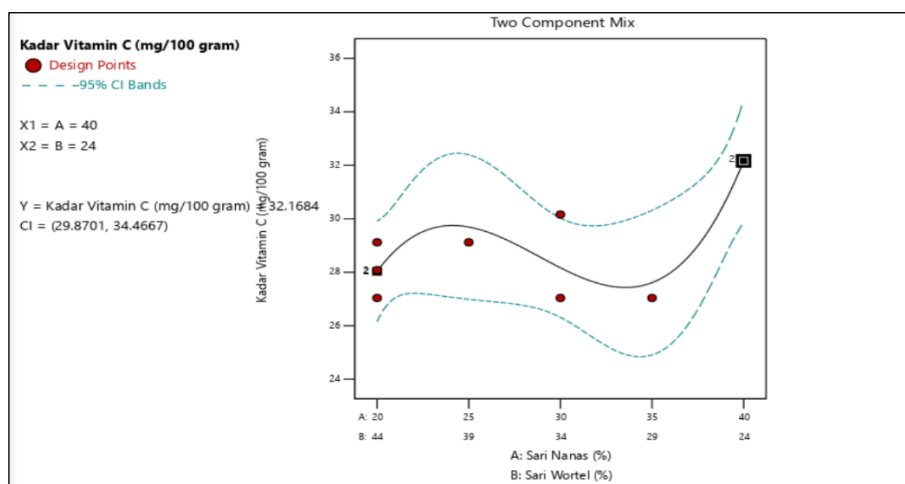
Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar vitamin C produk minuman serbuk nanas dan wortel yaitu koefisien A (sari nanas). Hal ini ditandai dengan koefisien A

memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 256,09 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen sari wortel.



Gambar 10. Kenormalan *Externally Studentized* Respon Kadar Vitamin C

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar vitamin C ditunjukkan dengan data yang menyebar secara normal. Berdasarkan gambar terlihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon kadar vitamin C terhadap minuman serbuk nanas dan wortel secara statistik korelasi di titik ini terjadi penyebaran secara normal mendekati garis yang menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 11. Grafik *Plot Two Component Mix* Kadar Vitamin C

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara sari nanas dan sari wortel saling mempengaruhi respon kadar vitamin C. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon kadar vitamin C sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 32,1684 mg vitamin C/100 g. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 29,8701 – 34,4667 (titik kotak hitam). Serta titik merah (observasi aktual) yang berada di dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak dengan stabilitas tinggi, sehingga titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari kedua komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon kadar vitamin C yang sama.

4.2.1.2. Kadar Air

Berikut hasil analisis kadar air dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil Analisis Kadar Air

Formulasi	Kadar Air (%)
F1	4,41
F2	4,46
F3	3,80
F4	4,12
F5	3,01
F6	3,28
F7	3,93
F8	3,20
F9	4,39

Berdasarkan Tabel 18, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon kimia terhadap kadar air dari 9 formulasi minuman serbuk instan nanas dan wortel yaitu berkisar 3,01 – 4,46%. Nilai kadar air terendah ditunjukkan oleh formulasi 5

sedangkan yang tertinggi oleh formulasi 2. Nilai rata-rata untuk hasil kadar air yaitu sebesar 3,84%.

Kadar air merupakan banyaknya jumlah air yang terdapat pada bahan pangan, dinyatakan dalam bentuk persen. Kadar air memengaruhi penampakan, tekstur, kesegaran, rasa dan keawetan bahan pangan karena kadar air merupakan karakteristik terpenting pada bahan makanan (Agustin *et al.*, 2022).

Pada proses pembuatan produk ini menggunakan suhu 60°C dengan lama waktu pengeringan selama 7 jam sesuai dengan referensi pengeringan menggunakan metode *foam-mat drying* dapat mempengaruhi kadar air semakin tinggi. Hasil data analisis kadar air tersebut menunjukkan data yang kurang sesuai dengan SNI karena standar kadar air yaitu sebesar 3,0%, sehingga dengan tujuan kadar air sendiri untuk menentukan kualitas atau umur simpan dan ketahanan produk terhadap kerusakan yang terjadi. menyebabkan semakin tinggi nya kadar air, produk pangan akan semakin mudah rusak, baik kerusakan secara kimia maupun mikrobiologis, sifat organoleptik produk seperti rasa, dan aroma yang dapat menurunkan daya tarik produk di mata konsumen (Widjayanti *et al.*, 2023).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5% model yang direkomendasikan yaitu *quadratic* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” adalah lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0116. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara nanas dan wortel memberikan pengaruh terhadap nilai kadar air minuman serbuk instan nanas dan wortel. Nilai *Lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,8093 yang menunjukkan bahwa *lack of fit not significant* berhubungan dengan

pure error. Nilai *lack of fit not significant* merupakan syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara data hasil analisis kadar air dengan model.

Pada hasil pengujian kadar air nilai R^2 sebesar 0,7737 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,6982. Nilai *Adeq precision* sebesar 7,2201 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang menandai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Dari hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon kimia pengujian kadar air dapat dilihat pada Lampiran 16.

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

$$Y = A (-7,74) + B (-3,15) + AB (38,90)$$

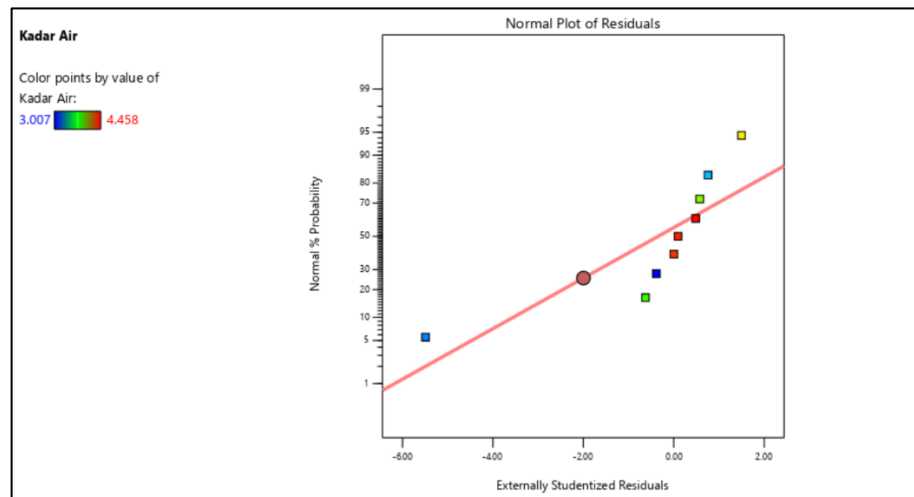
Keterangan:

A = Sari Nanas

B = Sari Wortel

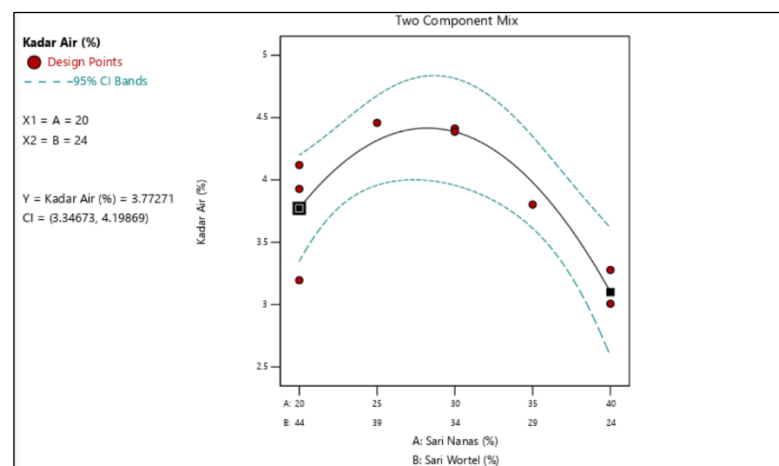
AB = Sari Nanas, Sari Wortel

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar air produk minuman serbuk nanas dan wortel yaitu koefisien A (sari nanas). Hal ini ditandai dengan koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi yaitu -7,74 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen sari wortel.



Gambar 12. Kenormalan *Externally Studentized* Respon Kadar Air

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar air ditunjukkan dengan data yang menyebar secara normal. Berdasarkan gambar terlihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon kadar air terhadap minuman serbuk nanas dan wortel secara statistik korelasi di titik ini terjadi penyebaran secara normal mendekati garis yang menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 13. Grafik *Plot Two Component Mix* Kadar Air

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara sari nanas dan sari wortel saling mempengaruhi respon kadar air. Garis hitam

menunjukkan kurva prediksi (Y) respon kadar air sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 3,77271. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 3,34673 – 4,19869 (titik kotak hitam). Serta titik merah (observasi aktual) yang berada di dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak dengan stabilitas tinggi, sehingga titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari kedua komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon kadar air yang sama.

4.2.1.3. Kadar Abu

Berikut hasil analisis kadar abu dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Hasil Analisis Kadar Abu

Formulasi	Kadar Abu (%)
F1	1,39
F2	1,39
F3	1,48
F4	1,39
F5	1,49
F6	1,38
F7	1,29
F8	1,30
F9	1,38

Berdasarkan Tabel 19, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon kimia terhadap kadar abu dari 9 formulasi minuman serbuk instan nanas dan wortel yaitu berkisar 1,29 – 1,49%. Nilai kadar abu terendah ditunjukkan oleh formulasi 7 sedangkan yang tertinggi oleh formulasi 5. Nilai rata-rata untuk hasil kadar abu yaitu sebesar 1,38%.

Kadar abu yang terkandung dalam suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang ada di dalam bahan pangan. Kadar abu merupakan hasil yang tersisa atau tertinggal dari sampel bahan pangan yang dibakar sempurna pada proses pengabuan. Mineral atau kadar abu dari suatu bahan pangan dengan cara pengabuan untuk merusak senyawa organik dan hanya mineral yang disisakan (Smith *et al.*, 2023).

Proses analisis kadar abu dilakukan dengan cara langsung yaitu pada suhu 600°C selama 4 jam menggunakan metode gravimetri, kemudian kadar abu ditentukan dengan menimbang sisa mineral hasil pembakaran bahan organik yang tertinggal sebagai abu. Hasil analisis diperoleh tingkat persentase kadar abu berbeda dengan melakukan 2 kali pengulangan (duplo) (Smith *et al.*, 2023). Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kandungan mineral yang berhubungan langsung dengan penentuan kadar abu yaitu tingkat kematangan buah. Menurut Harefa dan Pato (2017) bahwa semakin tinggi tingkat kematangan buah maka akan semakin meningkatkan kadar abu pada buah tersebut yang disebabkan semakin tingginya kandungan garam-garam mineral yang terkandung dalam buah yang terbentuk seiring proses pematangan atau pemasakan.

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5% model yang direkomendasikan yaitu *linear* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” adalah lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0251. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara nanas dan wortel memberikan pengaruh terhadap nilai kadar abu minuman serbuk instan nanas dan wortel. Nilai *Lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,6482

yang menunjukkan bahwa *lack of fit not significant* berhubungan dengan *pure error*. Nilai *lack of fit not significant* merupakan syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara data hasil analisis kadar abu dengan model.

Pada hasil pengujian kadar abu nilai R^2 sebesar 0,5353 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,4689. Nilai *Adeq precision* sebesar 5,1893 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang menandai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Dari hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon kimia pengujian kadar abu dapat dilihat pada Lampiran 16.

Persamaan model matematika untuk analisis respon kimia pengujian kadar abu ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

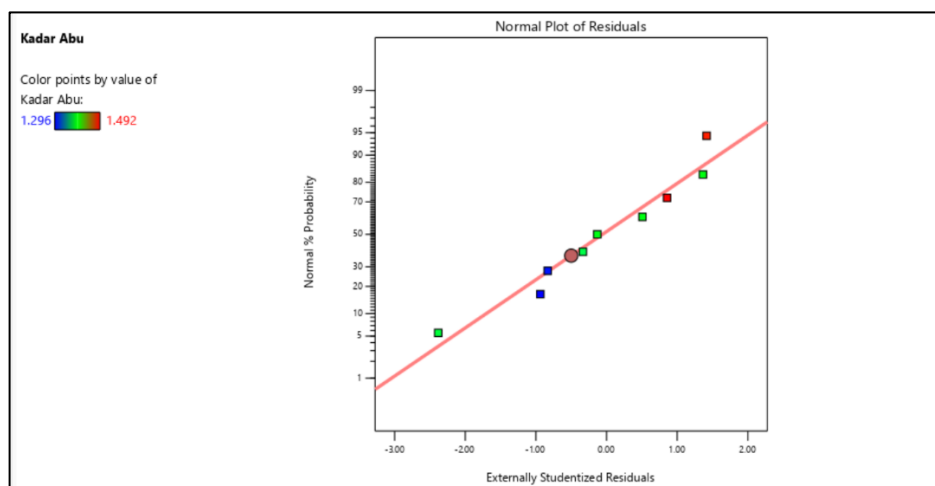
$$Y = A (1,60) + B (1,22)$$

Keterangan:

A = Sari Nanas

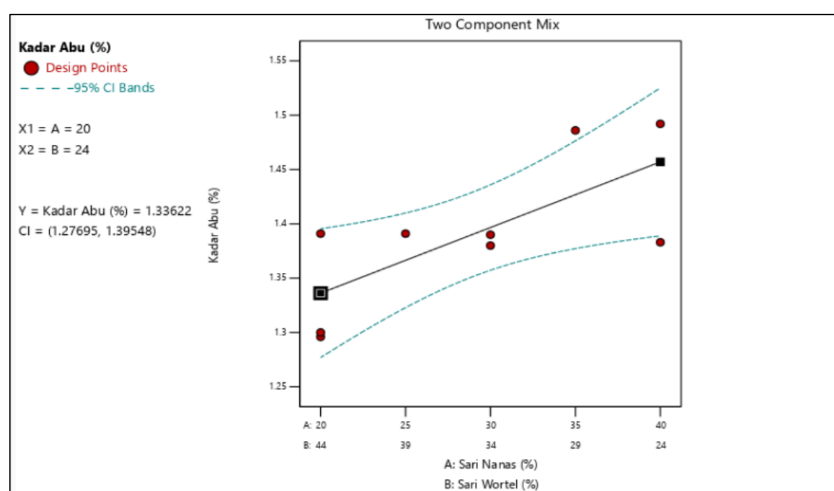
B = Sari Wortel

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar abu produk minuman serbuk nanas dan wortel yaitu koefisien A (sari nanas). Hal ini ditandai dengan koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 1,60 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen sari wortel.



Gambar 14. Kenormalan *Externally Studentized* Respon Kadar Abu

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon kadar abu dengan data yang menyebar secara normal. Berdasarkan gambar terlihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon kadar abu terhadap minuman serbuk nanas dan wortel secara statistik korelasi di titik ini terjadi penyebaran secara normal mendekati garis yang menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 15. Grafik *Plot Two Component Mix* Kadar Abu

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara sari nanas dan sari wortel saling mempengaruhi respon kadar abu. Garis

hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon kadar abu sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 1,33622. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 1,27695 – 1,39548 (titik kotak hitam). Serta titik merah (observasi aktual) yang berada di dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak dengan stabilitas tinggi, sehingga titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari kedua komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon kadar abu yang sama.

4.2.1.4. Nilai pH

Berikut hasil analisis nilai pH dengan menggunakan alat pH meter dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil Analisis Nilai pH

Formulasi	Nilai pH (Numerik)
F1	6,9
F2	6,7
F3	6,8
F4	6,5
F5	6,7
F6	6,7
F7	6,4
F8	6,5
F9	6,8

Berdasarkan Tabel 20, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon kimia terhadap nilai pH dari 9 formulasi minuman serbuk instan nanas dan wortel yaitu berkisar 6,4 – 6,9. Nilai pH terendah ditunjukkan oleh formulasi 7 sedangkan yang tertinggi oleh formulasi 1. Nilai rata-rata untuk hasil nilai pH yaitu sebesar 6,6.

Dari data hasil analisis nilai pH dari 9 formulasi diatas, terdapat peningkatan kadar pH. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Winarno (2004) yang menyatakan bahwa lama pemanasan menyebabkan kadar pH dalam produk cenderung meningkat karena berkurangnya zat gizi akibat pengaruh panas yang diberikan pada produk, terutama zat-zat yang rentan terhadap panas seperti asam organik.

Hubungan antara panas dengan waktu pemanasan yang cukup lama mengakibatkan kerusakan asam yang terdapat disuatu bahan. Hal tersebut yang menyebabkan tingkat keasaman suatu produk menjadi menurun. Berdasarkan data nilai pH yang didapat, terdapat korelasi antara nilai pH dengan kandungan vitamin C produk minuman serbuk instan nanas dan wortel. Data tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang berbanding terbalik antara nilai pH yang semakin meningkat akan menyebabkan kandungan vitamin C yang semakin menurun maupun sebaliknya.

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5% model yang direkomendasikan yaitu *quadratic* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” adalah lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0002. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara nanas dan wortel memberikan pengaruh terhadap nilai pH minuman serbuk instan nanas dan wortel. Nilai *Lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,7830 yang menunjukkan bahwa *lack of fit not significant* berhubungan dengan *pure error*. Nilai *lack of fit not significant* merupakan syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian anatara data hasil analisis nilai pH dengan model.

Pada hasil pengujian nilai pH nilai R^2 sebesar 0,9401 dan nilai *adjusted R²* sebesar 0,9201. Nilai *Adeq precision* sebesar 13,6027 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang menandai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Dari hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon kimia pengujian nilai pH dapat dilihat pada Lampiran 16.

Persamaan model matematika untuk analisis respon kimia pengujian nilai pH ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

$$Y = A (6,70) + B (6,47) + AB (1,01)$$

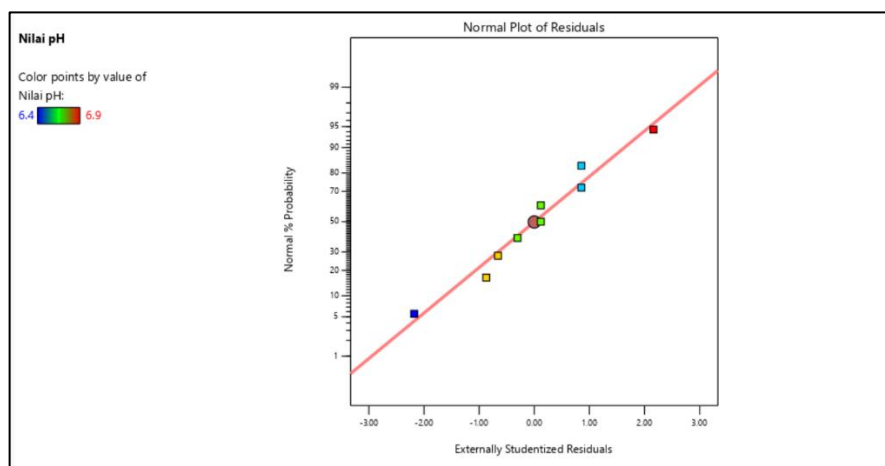
Keterangan:

A = Sari Nanas

B = Sari Wortel

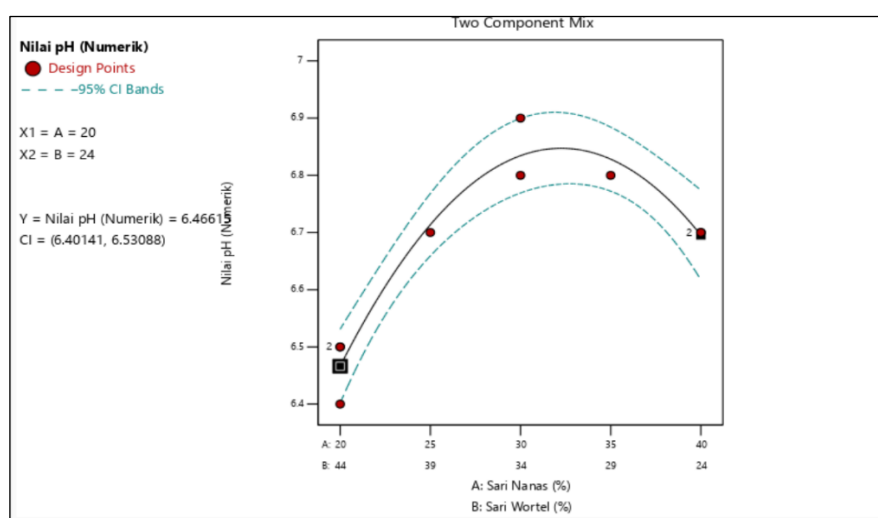
AB = Sari Nanas, Sari Wortel

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling besar berkontribusi terhadap nilai pH produk minuman serbuk nanas dan wortel yaitu koefisien A (sari nanas). Hal ini ditandai dengan koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 6,70 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen sari wortel.



Gambar 16. Kenormalan *Externally Studentized* Respon Nilai pH

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon nilai pH dengan data yang menyebar secara normal. Berdasarkan gambar terlihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon nilai pH terhadap minuman serbuk nanas dan wortel secara statistik korelasi di titik ini terjadi penyebaran secara normal mendekati garis yang menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 17. Grafik *Plot Two Component Mix* Nilai pH

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara sari nanas dan sari wortel saling mempengaruhi respon nilai pH. Garis hitam

menunjukkan kurva prediksi (Y) respon nilai pH sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 6,4661. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 6,40141 – 6,53088 (titik kotak hitam). Serta titik merah (observasi aktual) yang berada di dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak dengan stabilitas tinggi, sehingga titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari kedua komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon nilai pH yang sama.

4.2.2. Hasil Analisis Respon Fisik

4.2.2.1. Rendemen

Berikut hasil analisis rendemen yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Hasil Analisis Rendemen

Formulasi	Rendemen (%)
F1	32,62
F2	32,42
F3	32,33
F4	32,63
F5	32,27
F6	32,23
F7	32,58
F8	32,47
F9	32,32

Berdasarkan Tabel 21, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon fisik terhadap rendemen dari 9 formulasi minuman serbuk instan nanas dan wortel yaitu berkisar 32,23 – 32,63%. Nilai rendemen terendah ditunjukkan oleh formulasi 6

sedangkan yang tertinggi oleh formulasi 4. Nilai rata-rata untuk hasil rendemen yaitu sebesar 32,43%.

Menurut Wardaningrum, *et al.*, (2019), rendemen dikatakan baik jika nilainya lebih dari 10% karena idealnya adalah 100%. Jika rendemen dapat diatas 90% disebut *excellent*, rendemen diatas 80% disebut *very good*, rendemen diatas 70% disebut *good*, rendemen diatas 50% disebut *fair*, serta rendemen dibawah 40% disebut *poor*. Pada hal ini, semua formulasi yang dapat dikategorikan yaitu *poor* karena memiliki persentase dibawah 40%.

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5% model yang direkomendasikan yaitu *linear* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” adalah lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0113. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara nanas dan wortel memberikan pengaruh terhadap rendemen minuman serbuk instan nanas dan wortel. Nilai *Lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,8517 yang menunjukkan bahwa *lack of fit not significant* berhubungan dengan *pure error*. Nilai *lack of fit not significant* merupakan syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian anatara data hasil analisis rendemen dengan model.

Pada hasil pengujian rendemen nilai R^2 sebesar 0,6238 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,5701. Nilai *Adeq precision* sebesar 6,2272 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang menandai sehingga dapat digunakan sebagai *design*

space. Dari hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon fisik pengujian analisis rendemen dapat dilihat pada Lampiran 16.

Persamaan model matematika untuk analisis respon fisik pengujian rendemen ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

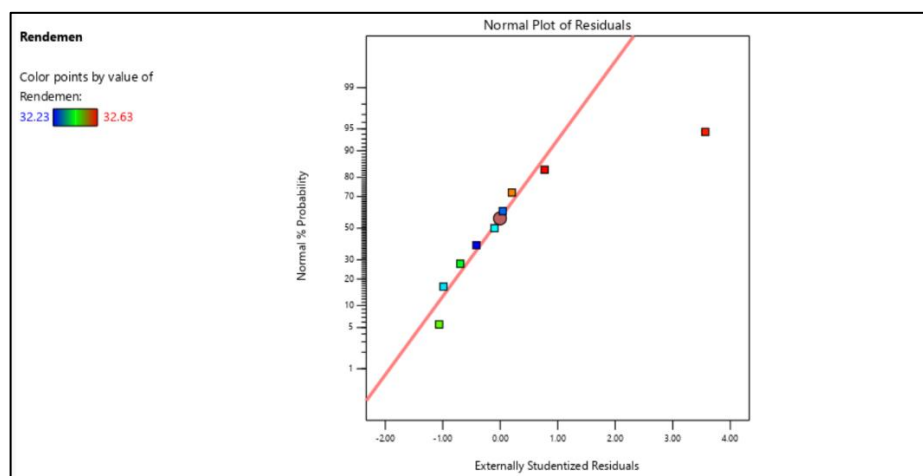
$$Y = A (32,27) + B (32,56)$$

Keterangan:

A = Sari Nanas

B = Sari Wortel

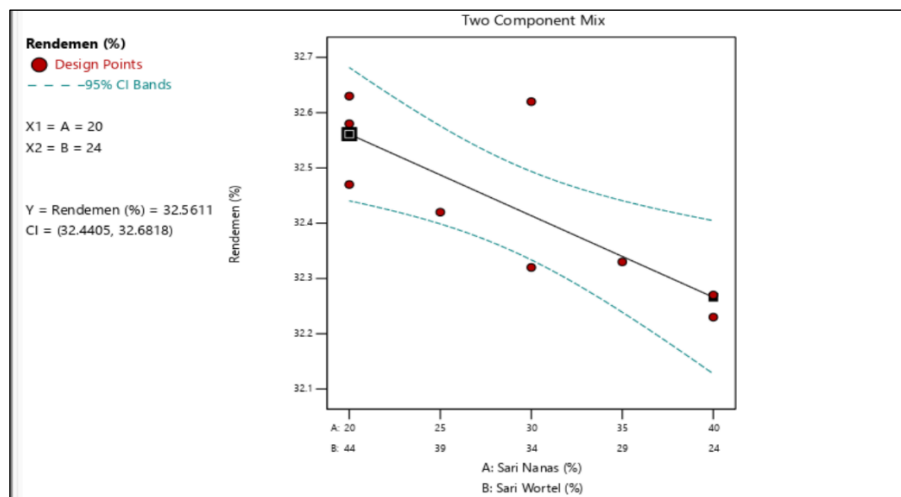
Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling besar berkontribusi terhadap rendemen produk minuman serbuk nanas dan wortel yaitu koefisien B (sari wortel). Hal ini ditandai dengan koefisien B memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 32,56 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen sari nanas.



Gambar 18. Kenormalan *Externally Studentized* Respon Rendemen

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon rendemen dengan data yang menyebar secara normal. Berdasarkan gambar terlihat bahwa

titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon rendemen terhadap minuman serbuk nanas dan wortel secara statistik korelasi di titik ini terjadi penyebaran secara normal mendekati garis yang menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 19. Grafik *Plot Two Component Mix* Rendemen

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara sari nanas dan sari wortel saling mempengaruhi respon rendemen. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon rendemen sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 32,5611. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 32,405 – 32,6818 (titik kotak hitam). Serta titik merah (observasi aktual) yang berada di dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak dengan stabilitas tinggi, sehingga titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari kedua komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon rendemen yang akan sama.

4.2.2.2. Waktu Larut

Berikut hasil analisis waktu larut yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil Analisis Waktu Larut

Formulasi	Waktu Larut (Detik)
F1	20,79
F2	21,24
F3	20,29
F4	21,62
F5	20,13
F6	19,90
F7	21,78
F8	21,98
F9	20,68

Berdasarkan Tabel 22, dapat disimpulkan bahwa hasil uji waktu larut yang diperoleh dari 9 formulasi, nilai uji larut terendah ditunjukkan oleh formulasi 6 sedangkan yang tertinggi oleh formulasi 4. Semua formulasi dapat larut dibawah 30 detik. Produk yang masih segar diduga dapat mempengaruhi waktu larut dikarenakan belum terbentuknya gumpalan pada produk. Menurut Noerwahid (2016), menyatakan syarat waktu larut yang baik pada minuman serbuk instan adalah kurang dari 5 menit. Hal ini menunjukkan setiap formulasi dapat dikategorikan sebagai minuman serbuk yang baik. Menurut Mursalin *et al.*, (2019), menyatakan bahwa kecepatan agitasi yang digunakan maka semakin singkat waktu larut yang dibutuhkan. Hal tersebut berkaitan dengan kerataan dari sampel terkait. Adanya kecepatan pengadukan yang konstan dan semakin intensif akan menyebarkan panas secara merata pada sampel yang diolah. Salah satu faktor yang mempengaruhi waktu larut terjadi karena disebabkan oleh beberapa hal, salah

satunya ialah kadar air yang terkandung dalam produk minuman serbuk, semakin tinggi kandungan kadar air produk minuman serbuk instan, maka waktu larut yang dibutuhkan juga semakin lama, karena waktu larut untuk produk minuman serbuk yang tergolong instan yang baik adalah sekitar 1 menit (Saswati, 2024).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5% model yang direkomendasikan yaitu *linear* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” adalah lebih kecil dari 0,05 yaitu <0,0001. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara nanas dan wortel memberikan pengaruh terhadap waktu larut minuman serbuk instan nanas dan wortel. Nilai *Lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,5835 yang menunjukkan bahwa *lack of fit not significant* berhubungan dengan *pure error*. Nilai *lack of fit not significant* merupakan syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian anatara data hasil uji waktu larut dengan model.

Pada hasil pengujian waktu larut nilai R^2 sebesar 0,9670 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,9623. Nilai *Adeq precision* sebesar 26,1879 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang menandai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Dari hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon fisik pengujian waktu larut dapat dilihat pada Lampiran 16.

Persamaan model matematika untuk analisis respon fisik pengujian waktu larut ini merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut:

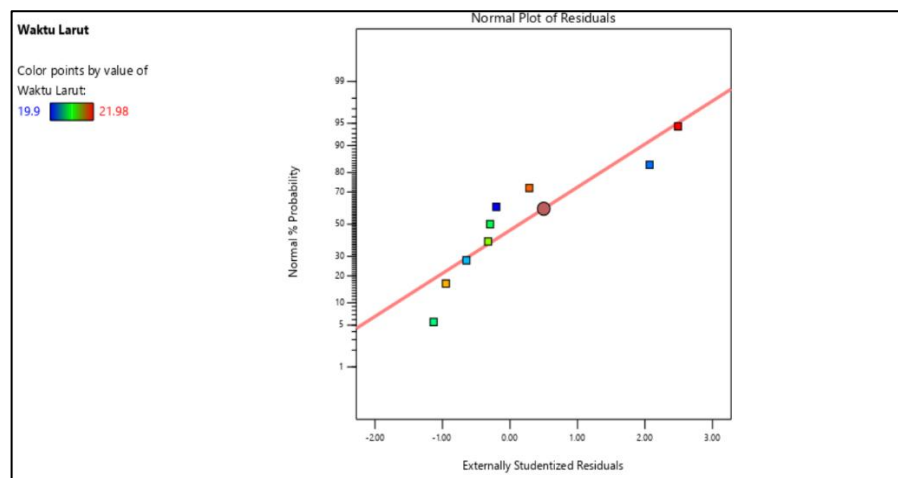
$$Y = A (19,93) + B (21,74)$$

Keterangan:

A = Sari Nanas

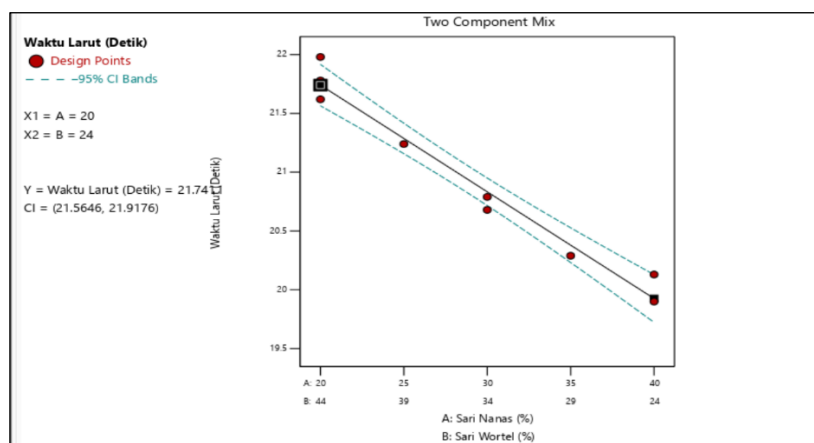
B = Sari Wortel

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling besar berkontribusi terhadap waktu larut produk minuman serbuk nanas dan wortel yaitu koefisien B (sari wortel). Hal ini ditandai dengan koefisien B memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 21,74 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen sari nanas.



Gambar 20. Kenormalan *Externally Studentized* Respon Waktu Larut

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon waktu larut dengan data yang menyebar secara normal. Berdasarkan gambar terlihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon waktu larut terhadap minuman serbuk nanas dan wortel secara statistik korelasi di titik ini terjadi penyebaran secara normal mendekati garis yang menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 21. Grafik *Plot Two Component Mix* Waktu Larut

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara sari nanas dan sari wortel saling mempengaruhi respon waktu larut. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon waktu larut sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 21,74 detik. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 21,5646 – 21,9176 detik (titik kotak hitam). Serta titik merah (observasi aktual) yang berada di dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak dengan stabilitas tinggi, sehingga titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari kedua komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon waktu larut yang sama.

4.2.3. Hasil Respon Organoleptik

Pengujian organoleptik merupakan metode untuk menganalisis karakteristik bahan pangan yang diterima melalui penglihatan, aroma, maupun rasa. Setiap individu memiliki kecenderungan selera tertentu yang menjadikan nilai organoleptik tetap individu berbeda.

Kelebihan uji organoleptik diantaranya memiliki relevansi yang tinggi karena langsung berhubungan dengan konsumen. Selain itu, metode ini juga cukup mudah dilakukan dan cepat mendapatkan hasilnya. Namun, uji organoleptik memiliki kelemahan diantaranya karena sifat manusia yang sulit untuk di deskripsikan sehingga kondisi tiap individu dalam pengujian dapat mempengaruhi nilai pada uji yang berlangsung.

4.2.3.1. Warna

Berikut hasil analisis organoleptik dengan atribut warna (*orange*) dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Hasil Uji Organoleptik Atribut Warna

Formulasi	Warna (Numerik)
F1	5,00
F2	4,30
F3	5,00
F4	4,00
F5	5,00
F6	4,97
F7	4,00
F8	5,00
F9	5,00

Dapat disimpulkan bahwa hasil analisis organoleptik dengan respon warna dari 9 formulasi dengan 30 panelis. Nilai respon atribut warna terendah ditunjukkan oleh formulasi 4 dan 7 sedangkan yang tertinggi oleh formulasi 1, 3, 5, 8, dan 9. Tingkat kesukaan panelis terhadap warna dari minuman serbuk instan berdasarkan lama pembuatan produk hampir sama tidak beragam.

Pengujian warna digunakan dalam pengujian organoleptik karena warna mempunyai peranan penting terhadap tingkat penerimaan produk secara visual.

Suatu bahan pangan meskipun dinilai enak, tetapi memiliki warna yang seharusnya, maka seharusnya tidak akan dikonsumsi. Penentuan mutu suatu bahan pangan pada umumnya tergantung pada warna karena warna tampil lebih dahulu (Winarno, 2004).

Warna *orange* cenderung semakin pekat seiring dengan meningkatnya sari wortel. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan pigmen yang terdapat pada sari wortel yaitu karotenoid. Semakin meningkat, sehingga warna minuman serbuk instan nanas dan wortel menjadi lebih pekat. Selain itu juga disebabkan karena wortel mengandung isocoumarin yang menyebabkan aroma langu dan rasa pahit pada wortel (Suparthana, 2023).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5% model yang direkomendasikan yaitu *linear* adalah *significant*, dengan nilai p “ $\text{prob}>F$ ” adalah lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0466. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara nanas dan wortel memberikan pengaruh terhadap respon atribut warna minuman serbuk instan nanas dan wortel. Nilai *Lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,7126 yang menunjukkan bahwa *lack of fit not significant* berhubungan dengan *pure error*. Nilai *lack of fit not significant* merupakan syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara data hasil respon atribut warna dengan model.

Pada hasil pengujian respon atribut warna nilai R^2 sebesar 0,4539 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,3758. Nilai *Adeq precision* sebesar 4,4081 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar

dari 4 mengindikasikan sinyal yang menandai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Dari hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon organoleptik pengujian atribut warna dapat dilihat pada Lampiran 16.

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

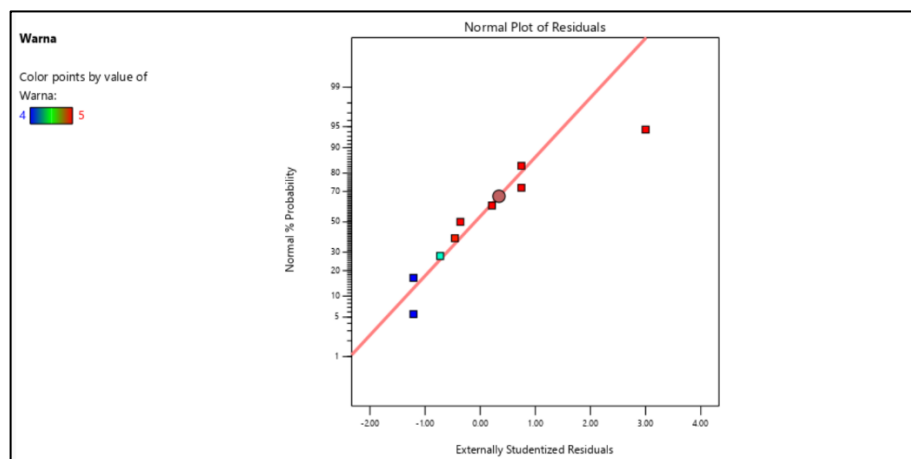
$$Y = A (5,11) + B (4,36)$$

Keterangan:

A = Sari Nanas

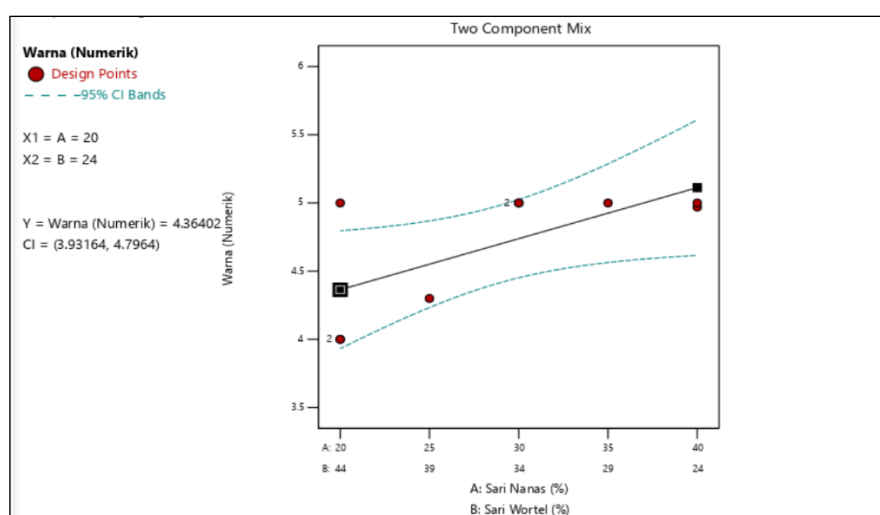
B = Sari Wortel

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling besar berkontribusi terhadap respon atribut warna produk minuman serbuk nanas dan wortel yaitu koefisien A (sari nanas). Hal ini ditandai dengan koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 5,11 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen sari wortel.



Gambar 22. Kenormalan *Externally Studentized* Respon Atribut Warna

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon atribut warna dengan data yang menyebar secara normal. Berdasarkan gambar terlihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon atribut warna terhadap minuman serbuk nanas dan wortel secara statistik korelasi di titik ini terjadi penyebaran secara normal mendekati garis yang menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 23. Grafik *Plot Two Component Mix* Atribut Warna

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara sari nanas dan sari wortel saling mempengaruhi respon atribut warna. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon atribut warna sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 5,11247. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 4,61571 – 5,60924 (titik kotak hitam). Serta titik merah (observasi aktual) yang berada di dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak dengan stabilitas tinggi, sehingga titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil

kombinasi dari kedua komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon atribut warna yang sama.

4.2.3.2. Aroma

Berikut hasil analisis organoleptik dengan atribut aroma (nanas dan wortel) dapat dilihat pada Tabel 24.

Tabel 24. Hasil Uji Organoleptik Atribut Aroma

Formulasi	Aroma (Numerik)
F1	4,17
F2	4,23
F3	4,60
F4	3,87
F5	4,30
F6	4,47
F7	4,23
F8	4,17
F9	4,47

Berdasarkan Tabel 24, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis organoleptik dengan respon aroma dari 9 formulasi dengan 30 panelis. Nilai respon atribut aroma terendah ditunjukkan oleh formulasi 4, sedangkan yang tertinggi oleh formulasi 6 dan 9. Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma dari minuman serbuk instan berdasarkan lama pembuatan produk hampir sama tidak beragam.

Aroma produk cenderung lebih dominan ke nanas, karena kandungan senyawa volatil khas nanas yang kuat seperti ester (misalnya etil butirrat, metil butirrat) dan senyawa terpen (limonene, linalool). Senyawa-senyawa ini memiliki karakter wangi manis, segar, dan tajam yang mudah tercium meskipun dicampur dengan bahan lain seperti wortel.

Pemanasan yang dilakukan pada pembuatan minuman serbuk instan nanas dan wortel menghasilkan perubahan aroma dari sari buah nanas. Selain itu juga pengaruh dengan pemakaian gula, komposisi gula tertentu menyebabkan aroma produk disukai oleh panelis. Hal tersebut dikarenakan komposisi gula memengaruhi pembentukan aroma pada suatu produk. Komponen gula pada produk akan mengalami karamelisasi jika dipanaskan baik dalam suasana asam ataupun basa dan akan memengaruhi aroma produk. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Rahayuni dan Octaviani (2014). Semakin lama pemanasan yang dilakukan, maka penguapan senyawa volatile akan semakin besar sehingga aroma dari sari buah semakin menurun.

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5% model yang direkomendasikan yaitu *linear* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” adalah lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0375. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara nanas dan wortel memberikan pengaruh terhadap respon atribut aroma minuman serbuk instan nanas dan wortel. Nilai *Lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,7393 yang menunjukkan bahwa *lack of fit not significant* berhubungan dengan *pure error*. Nilai *lack of fit not significant* merupakan syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara data hasil respon atribut aroma dengan model.

Pada hasil pengujian respon atribut aroma nilai R^2 sebesar 0,4631 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,3864. Nilai *Adeq precision* sebesar 4,4908 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar

dari 4 mengindikasikan sinyal yang menandai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Dari hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon organoleptik pengujian atribut aroma dapat dilihat pada Lampiran 16.

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

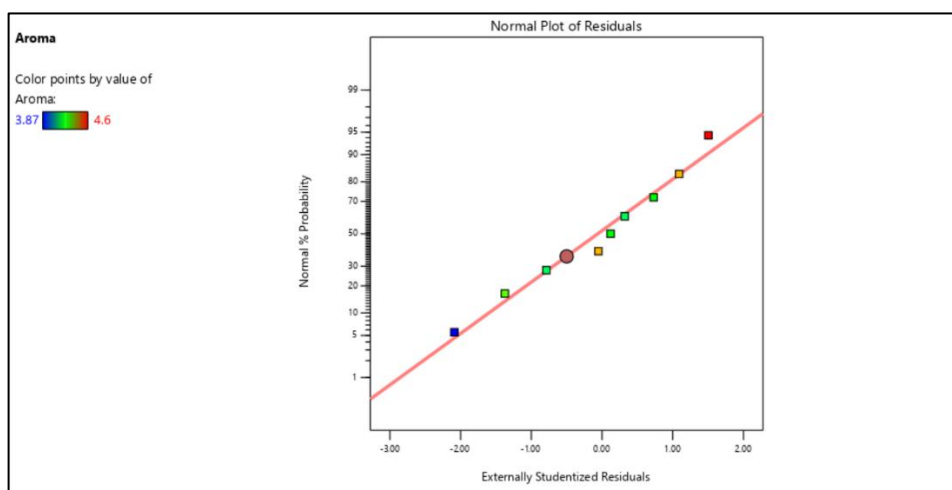
$$Y = A (4,48) + B (4,12)$$

Keterangan:

A = Sari Nanas

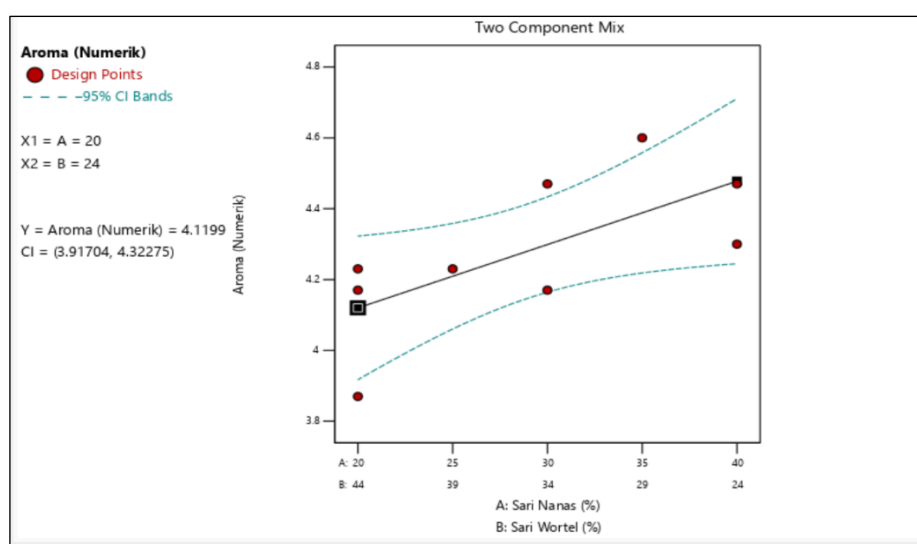
B = Sari Wortel

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling besar berkontribusi terhadap respon atribut aroma produk minuman serbuk nanas dan wortel yaitu koefisien A (sari nanas). Hal ini ditandai dengan koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 4,48 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen sari wortel.



Gambar 24. Kenormalan *Externally Studentized* Respon Atribut Aroma

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon atribut aroma dengan data yang menyebar secara normal. Berdasarkan gambar terlihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon atribut aroma terhadap minuman serbuk nanas dan wortel secara statistik korelasi di titik ini terjadi penyebaran secara normal mendekati garis yang menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 25. Grafik *Plot Two Component Mix* Atribut Aroma

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara sari nanas dan sari wortel saling mempengaruhi respon atribut aroma. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon atribut aroma sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 4,47763. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 4,24457 – 4,71069 (titik kotak hitam). Serta titik merah (observasi aktual) yang berada di dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak dengan stabilitas tinggi, sehingga titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil

kombinasi dari kedua komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon atribut aroma yang sama.

4.2.3.3. Rasa

Berikut hasil analisis organoleptik dengan atribut rasa (nanas dan wortel) dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Hasil Uji Organoleptik Atribut Rasa

Formulasi	Rasa (Numerik)
F1	4,00
F2	4,00
F3	4,00
F4	4,30
F5	5,00
F6	5,00
F7	4,00
F8	4,00
F9	4,00

Berdasarkan Tabel 25, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis organoleptik dengan respon rasa dari 9 formulasi dengan 30 panelis. Nilai respon atribut rasa terendah ditunjukkan oleh formulasi 1, 2, 3, 7, 8, dan 9, sedangkan yang tertinggi oleh formulasi 5 dan 6, para panelis cukup menyukai rasa dari produk minuman serbuk instan nanas dan wortel karena persentase sari nanas yang lebih tinggi dibandingkan persentase sari wortel merupakan salah satunya. Namun, diduga setiap panelis memiliki tingkat kesukaan pada wortel yang berbeda-beda sehingga memiliki skor di rentang 4 (agak suka).

Rasa sangat berhubungan dengan aroma, dimana keduanya merupakan komponen cita rasa. Jika aroma disukai biasanya rasa juga akan disukai. Terlihat pada persentase produk yang paling disukai oleh panelis sejalan antara aroma dan

rasa. Senyawa cita-rasa pada produk minuman serbuk instan nanas dan wortel dapat memberikan rangsangan pada indera (Husnani, 2021).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5% model yang direkomendasikan yaitu *quadratic* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” adalah lebih kecil dari 0,05 yaitu 0,0375. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara nanas dan wortel memberikan pengaruh terhadap respon atribut rasa minuman serbuk instan nanas dan wortel. Nilai *Lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,7393 yang menunjukkan bahwa *lack of fit not significant* berhubungan dengan *pure error*. Nilai *lack of fit not significant* merupakan syarat untuk model yang baik dan menunjukkan adanya kesesuaian antara data hasil respon atribut rasa dengan model.

Pada hasil pengujian respon atribut rasa nilai R^2 sebesar 0,6651 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,5535. Nilai *Adeq precision* sebesar 5,4815 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang menandai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Dari hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon organoleptik pengujian atribut rasa dapat dilihat pada Lampiran 16.

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

$$Y = A (4,95) + B (4,32) + AB (-2,84)$$

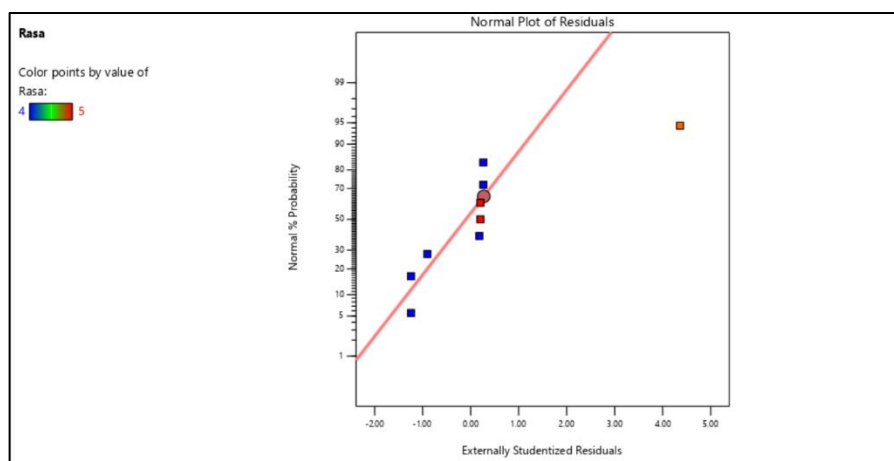
Keterangan:

A = Sari Nanas

B = Sari Wortel

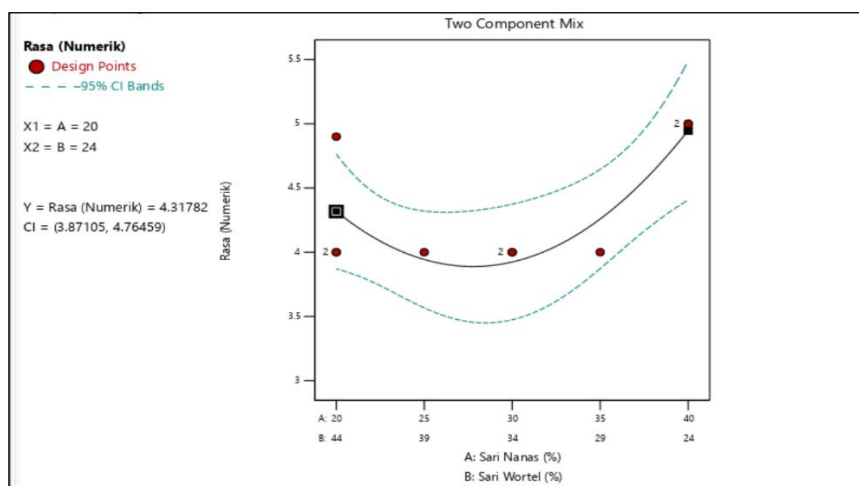
AB = Sari Nanas, Sari Wortel

Berdasarkan persamaan yang diperoleh dapat diketahui bahwa, komponen yang paling besar berkontribusi terhadap respon atribut rasa produk minuman serbuk nanas dan wortel yaitu koefisien A (sari nanas). Hal ini ditandai dengan koefisien A memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 4,95 apabila dibandingkan dengan koefisien komponen sari wortel.



Gambar 26. Kenormalan *Externally Studentized* Respon Atribut Rasa

Pemenuhan model terhadap asumsi dari ANOVA pada respon atribut rasa dengan data yang menyebar secara normal. Berdasarkan gambar terlihat bahwa titik-titik menyebar mendekati garis normal, sehingga dapat dikatakan bahwa respon atribut rasa terhadap minuman serbuk nanas dan wortel secara statistik korelasi di titik ini terjadi penyebaran secara normal mendekati garis yang menunjukkan bahwa model terpenuhi.



Gambar 27. Grafik *Plot Two Component Mix* Atribut Rasa

Grafik *plot two component mix* menggambarkan bagaimana kombinasi antara sari nanas dan sari wortel saling mempengaruhi respon atribut rasa. Garis hitam menunjukkan kurva prediksi (Y) respon atribut rasa sebagai fungsi komposisi yaitu sebesar 4,94796. Garis putus-putus biru menunjukkan interval kepercayaan 95% diantara 4,40698 – 5,48894 (titik kotak hitam). Serta titik merah (observasi aktual) yang berada di dalam CI menunjukkan model cukup stabil. Oleh karena itu, komposisi optimal dapat diperoleh pada kombinasi di puncak dengan stabilitas tinggi, sehingga titik-titik yang terlihat pada grafik menunjukkan hasil kombinasi dari kedua komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon atribut rasa yang sama.

4.3. Optimasi Formula Optimal

Nilai target optimasi yang dapat dicapai disebut dengan nilai *desirability*. Nilai ini memiliki besaran 0 sampai dengan 1. Nilai *desirability* mendekati 1 menandakan bahwa formula minuman serbuk instan nanas dan wortel dapat mencapai formula optimum sesuai dengan variabel respon yang dikehendaki, sedangkan indeks *desirability* mendekati 0 menandakan bahwa formula minuman

serbuk instan nanas dan wortel sulit mencapai titik optimal berdasarkan variabel responnya. Nilai pembobotan atau *importance* dipilih berdasarkan tingkat kepentingan pada setiap variabel berubah dan respon yang dipilih yaitu 1 (+) hingga 5 (+++++), semakin tinggi nilai *importance* maka semakin penting tingkat pembobotannya. Pemilihan *goals* dan *importance* untuk tahapan optimalisasi produk minuman serbuk instan nanas dan wortel dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 26. *Goals* dan *Importance* Untuk Tahapan Optimalisasi Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Variabel/Respon	Goals	Batas Bawah	Batas Atas	Importance
A: Sari Nanas	<i>In range</i>	20	40	3 (+++)
B: Sari Wortel	<i>In range</i>	24	44	3 (+++)
Kadar Vitamin C	<i>Maximize</i>	23	25,5	5 (+++++)
Kadar Air	<i>Minimize</i>	2,9	4,5	3 (+++)
Kadar Abu	<i>Minimize</i>	1,296	1,492	3 (+++)
Nilai pH	<i>In range</i>	6,3	6,9	2 (++)
Rendemen	<i>Maximize</i>	32	32,7	2 (++)
Waktu Larut	<i>Minimize</i>	19,5	22	2 (++)
Warna	<i>Maximize</i>	4	5,1	4 (++++)
Aroma	<i>Maximize</i>	3,9	4,5	4 (++++)
Rasa	<i>Maximize</i>	4,5	5	5 (+++++)

Dalam penentuan formula terpilih, maka perlu dilakukan penyesuaian kepentingan (*importance*) dan capaian yang akan diraih (*goals*) dalam produk yang akan diproses. Dalam hal ini, produk minuman serbuk instan nanas dan wortel memiliki capaian dan kepentingan diantaranya: variabel berubah seperti sari nanas *in range* (+++), sari wortel *in range* (+++), nilai *in range* dipilih untuk memvariasikan jumlah penggunaan dari bahan. Kadar vitamin C *maximize* (+++++) untuk menghasilkan vitamin C sebanyak mungkin dari produk, kadar air *minimize* (+++) sesuai SNI minuman serbuk sebesar 3%, kadar abu *minimize* (+++) sesuai SNI minuman serbuk 1,5%, nilai pH *in range* (++) untuk menjaga produk tidak

terlalu asam, rendemen *maximize* (++) , waktu larut *minimize* (++) , dan pengujian organoleptik meliputi warna *maximize* (++++), aroma *maximize* (++++), dan rasa *maximize* (+++++).

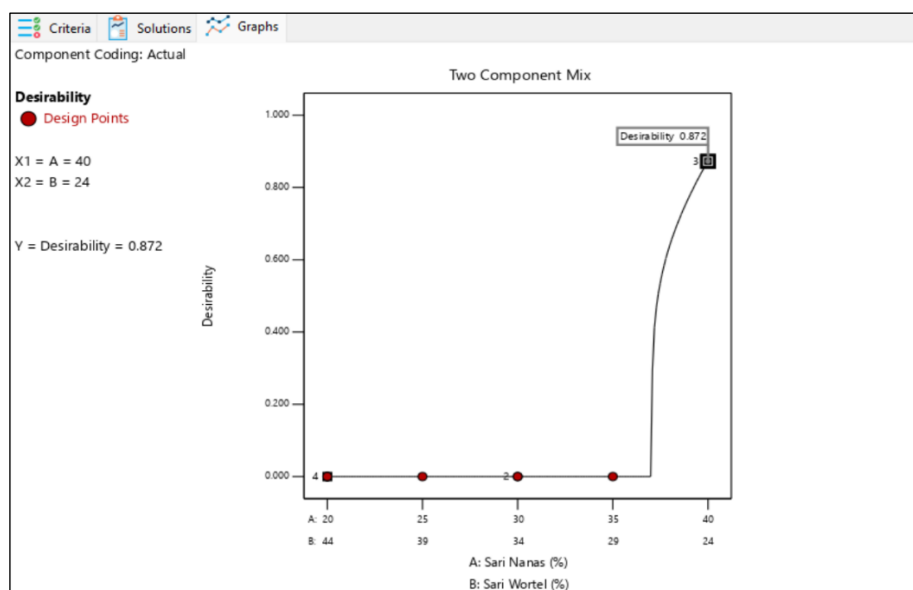
Formula optimal merupakan solusi yang diprediksikan oleh program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* berdasarkan analisis terhadap respon kimia (kadar vitamin C, kadar air, kadar abu, nilai pH), respon fisik (rendemen, waktu larut) dan respon organoleptik (warna, aroma, rasa). Solusi yang diberikan oleh program *Design Expert* dapat dilihat pada Tabel 27.

Tabel 27. Hasil Prediksi Formulasi Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Sari Nanas (%)	Sari Wortel (%)	Sukrosa (%)	Maltodekstrin (%)	Tween 80 (%)	Kadar Vitamin C (mg/100 gram)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Nilai pH (Numerik)	Rendemen (%)	Waktu Larut (Detik)	Warna (Numerik)	Aroma (Numerik)	Rasa (Numerik)	<i>Desirability</i>
40,00	24,00	20,00	15,00	1,00	32,16	3,10	1,45	6,69	32,26	19,92	5,11	4,47	4,94	0,872

Nilai *desirability* yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kompleksitas komponen, kisaran yang digunakan dalam komponen, jumlah komponen dan respon, serta target yang ingin dicapai dalam memperoleh formula optimum. Kompleksitas jumlah komponen dapat dilihat pada persyaratan jumlah bahan baku yang dianggap penting dan berpengaruh pada produk untuk menentukan formulasi. Jumlah masing-masing bahan baku yang ditetapkan dalam selang yang berbeda-beda akan berpengaruh terhadap nilai *desirability*.

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan solusi yang memiliki formula optimal yaitu sari nanas 40%, sari wortel 24% pada formulasi F6, dengan nilai *desirability* yaitu sebesar 0,872 keterangan *selected* menunjukkan bahwa hasil optimasi yang telah dilakukan sudah memenuhi target optimasi yang diinginkan, artinya produk berhasil dan akan dilanjutkan ke tahapan verifikasi formula optimal. Grafik *desirability* produk minuman serbuk instan nanas dan wortel dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Grafik *Desirability* Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Perbandingan hasil program *Design Expert* dengan analisis laboratorium dan uji organoleptik bertujuan untuk mengukur nilai *desirability* yang dihasilkan oleh program yang memiliki nilai ketepatan yang hamper sesuai.

Berdasarkan data yang dihasilkan, hal ini disebabkan aplikasi hanya dapat menduga hasil formula optimal yang dihasilkan berdasarkan respon dari hasil analisis. Berikut ini perbandingan formula optimal hasil analisis *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* dengan hasil analisis laboratorium dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Hasil Verifikasi Formula Optimal Pada Setiap Respon

<i>Response</i>	<i>Predicted Mean</i>	Hasil Verifikasi Formula Optimal	<i>95% CI low for mean</i>	<i>95% CI high for mean</i>	<i>95% PI low for mean</i>	<i>95% PI high for mean</i>
Kadar Vitamin C	22,4961	22,24	22,4806	24,8010	20,0036	24,9885
Kadar Air	3,54475	3,05	3,95731	4,81521	2,69712	4,39238
Kadar Abu	1,44374	1,32	1,35729	1,43591	1,31278	1,57471
Nilai pH	6,76934	6,8	6,76911	6,89948	6,64053	6,89814
Rendemen	32,2984	32,32	32,3336	32,4936	32,0318	32,5651
Waktu Larut	20,125	20,24	20,7165	20,9507	19,7349	20,5151
Warna	5,03045	5,27	4,45144	5,02506	4,07491	5,98599
Aroma	4,43842	4,60	4,16420	4,43332	3,99013	4,88672
Rasa	4,60222	5,03	3,47417	4,37394	3,71322	5,49121

Keterangan: 95% *Confident Interval* (CI) dan 95% *Prediction Interval* (PI)

Berdasarkan pada tabel verifikasi formula optimal yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa hasil verifikasi masih sesuai dengan prediksi yang telah ditentukan oleh program *Design Expert* versi 13. Hal ini ditunjukkan oleh hasil analisis laboratorium dari keseluruhan respon memiliki nilai yang memenuhi 95% *Confident Interval* (CI) dan 95% *Prediction Interval* (PI). Hasil ini menandakan

bahwa formulasi yang diprediksikan oleh program *Design Expert* versi 13 benar adanya. Sehingga, formulasi ini bisa digunakan untuk membuat produk minuman serbuk nanas dan wortel hasil analisis aktivitas antioksidan dan kadar karoten total pada formula optimal dapat dilihat pada Tabel 29.

Tabel 29. Hasil Analisis Formula Optimal

Sampel	Sari Nanas (%)	Sari Wortel (%)	Aktivitas Antioksidan Dalam Nilai IC ₅₀ (ppm)	Kadar Karotenoid (mg/L)
F6 (Formula Optimal)	40,00	24,00	6.394,92 (sangat lemah)	3,959

4.3.1. Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Pengujian aktivitas antioksidan bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dalam suatu sampel (Maryam *et al.*, 2016). Metode DPPH dipilih karena sederhana, mudah, cepat dan peka serta hanya memerlukan sedikit sampel. Mekanisme kerja dalam metode DPPH yaitu dimana senyawa antioksidan akan bereaksi dengan radikal DPPH melalui mekanisme donasi atom hidrogen dan menyebabkan terjadinya peluruhan warna DPPH dari warna ungu ke kuning yang kemudian diukur pada panjang gelombang maksimum (Wijaya *et al.*, 2021).

Tabel 30. Pengukuran IC₅₀ Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Nilai IC ₅₀	Aktivitas Antioksidan Nilai IC ₅₀ (ppm)
>50 ppm	Sangat kuat
50 – 100 ppm	Kuat
101 – 150 ppm	Sedang
151 – 200 ppm	Lemah
200 – 1000 ppm	Sangat Lemah

Berdasarkan analisis aktivitas antioksidan pada formula optimal pada Tabel 29, didapatkan hasil sebesar 6.394,92 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan minuman serbuk instan sangat lemah. Menurut Dewi (2016), menyatakan bahwa aktivitas antioksidan akan turun akibat suhu pengeringan. Hal ini dikarenakan tingginya suhu pemanasan akan menyebabkan senyawa metabolit sekunder yang dapat bertindak sebagai antioksidan (karoten dan flavonoid) menjadi rusak. Menurut hasil penelitian Rachmaniar *et al.*, (2016), menyatakan bahwa senyawa yang berperan dalam aktivitas antioksidan adalah senyawa flavonoid, fenolat, dan tannin.

Hal ini juga disebabkan oleh proses pengolahan bahan yang terlalu lama kontak dengan panas, cahaya, dan oksigen. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nathaniel (2020), pengeringan teh herbal celup yang dilakukan pada suhu 60°C selama 4 jam, aktivitas antioksidannya sudah terdegradasi. Sedangkan proses pengeringan ini dilakukan pada suhu 60°C selama 7/8 jam, dimana suhu dan waktu pengeringan yang lama dapat menurunkan kualitas aktivitas antioksidan.

Menurut (Dewi *et al.*, 2022), mengatakan bahwa aktivitas antioksidan dapat diidentifikasi dari nilai IC_{50} , semakin kecil nilainya maka semakin kuat dan semakin aktif aktivitas antioksidan yang berlangsung. Hasil penelitian (Pasha dan Marlina, 2024), membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi sari bonggol nanas yang digunakan, maka semakin rendah nilai IC_{50} yang dihasilkan. Tingginya aktivitas antioksidan pada nanas kemungkinan karena kandungan vitamin C dan antioksidan yang tinggi. Menurut (Furayda dan Khairi, 2023), menemukan bahwa serbuk bonggol nanas mengandung Vitamin C (65,70 mg/100gr) dan antioksidan

(6,71 ppm) paling tinggi (tanpa campuran). Selain itu, penambahan wortel juga memungkinkan mampu meningkatkan aktivitas antioksidan (Almayda, Ma'rifah dan Muhlishoh, 2024). Dibuktikan dengan hasil penelitian (Sulastri *et al.*, 2021), mengatakan bahwa *lotion* sari wortel dengan konsentrasi 20% tercatat memiliki aktivitas antioksidan paling kuat sebanyak IC_{50} 26,09 ppm.

Berdasarkan uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, nilai aktivitas perendaman radikal bebas yang dinyatakan dengan nilai IC_{50} . Nilai tersebut didefinisikan sebagai besarnya konsentrasi senyawa yang dapat menghambat radikal bebas sebesar 50%. Semakin kecil nilai IC_{50} maka akan semakin baik aktivitas antioksidan senyawa tersebut. Prinsip dari uji aktivitas antioksidan metode DPPH yaitu adanya radikal bebas stabil dimana DPPH dan dicampurkan dengan senyawa antioksidan yang dapat mendonorkan atom hidrogen sehingga radikal bebas dapat direndam (Ridho, 2013).

4.3.2. Kadar Karotenoid

Karotenoid adalah zat alamiah yang memiliki sifat larut dalam lemak namun tidak larut dalam air. Karotenoid juga memiliki pigmen berwarna *orange*, merah atau kuning (Silalahi, 2022). Senyawa ini sangat penting sebagai antioksidan dan *precursor* vitamin A. Kandungan karotenoid pada suatu bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis bahan, proses pengolahan, serta kondisi penyimpanan. Tingkat kadar karotenoid dapat menunjukkan potensi kandungan antioksidan yang terkandung dalam suatu bahan.

Berdasarkan hasil analisis kadar karoten total formula optimal pada Tabel 29, menunjukkan hasil sebesar 3,959 mg/L dengan nilai pH sebesar 6,8. Nilai kadar

karotenoid tersebut menunjukkan bahwa formulasi mengandung pigmen alami. Hal inilah yang memungkinkan formula optimal dapat digunakan sebagai antioksidan dan menjaga kesehatan tubuh. Sementara, nilai pH yang tercatat menunjukkan sifat formula optimal yang mendekati netral, sehingga minuman dengan formula optimal dapat digunakan sebagai alternatif minuman yang aman, sebab tidak memiliki sifat terlarut asam yang terkandung.

Menurut (Kurniasih *et al.*, 2021), intensitas warna *orange* pada wortel berkorelasi erat dengan kandungan karotenoidnya. Semakin pekat warna *orange* pada wortel, semakin tinggi pula kadar β -karoten yang dikandungnya. Faktor pengolahan juga berpengaruh terhadap stabilitas karotenoid. Proses pemanasan dalam jumlah tertentu dapat memecah matriks seluler sehingga meningkatkan ketersediaan hayati (bioavailabilitas) β -karoten, namun pemanasan berlebih justru dapat menyebabkan degradasi senyawa tersebut. Oleh karena itu, pemilihan metode pengolahan yang tepat, seperti pengeringan dengan suhu terkontrol, sangat penting dalam mempertahankan kadar karotenoid dalam produk berbasis wortel (Susilowati dan Andriani, 2022).

Selain itu juga meningkatkan kandungan fungsional berupa karotenoid. Kandungan ini mendukung produk sebagai minuman kesehatan dengan sifat antioksidan yang bermanfaat. Dengan kata lain, wortel merupakan kontributor tunggal terhadap kandungan karotenoid dalam formulasi minuman serbuk nanas-wortel, sedangkan nanas lebih berperan sebagai sumber vitamin C. Sinergi kedua bahan ini dapat menghasilkan minuman yang tidak hanya bernilai estetika, tetapi juga memberikan manfaat gizi yang signifikan (Putri *et al.*, 2023).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menguraikan mengenai: (5.1) Kesimpulan, dan (5.2) Saran.

4.3. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa sari nanas memiliki kandungan vitamin C sebesar 70,40 mg/100 gram, kadar karotenoid sebesar 5,700 mg/L, total padatan terlarut pada sari nanas sebesar 5,28% dan pada sari wortel sebesar 7,28%, serta nilai pH kedua bahan berada pada kisaran 4,70–7,30.
2. Program *Design Expert* menghasilkan 9 formulasi produk minuman serbuk instan nanas dan wortel serta diperoleh 1 formula optimal. Adapun komposisinya yaitu sari nanas sebesar 40%, sari wortel sebesar 24% dengan total 64%, serta variabel tetap yaitu sukrosa sebesar 20%, maltodekstrin sebesar 15%, tween 80 sebesar 1% dengan total 36%. Hasil prediksi analisis pada kadar vitamin C sebesar 32,168 mg/100 gram, kadar air sebesar 3,100%, kadar abu sebesar 1,457%, nilai pH sebesar 6,696, rendemen sebesar 32,266%, waktu larut sebesar 19,926 detik, skor atribut warna yaitu 5,112 (suka), aroma yaitu 4,478 (agak suka), serta rasa yaitu 4,948 (agak suka).
3. Formula optimal yang diperoleh dari hasil verifikasi di laboratorium didapatkan aktivitas antioksidan sebesar 6.394.92 ppm (sangat lemah), kadar karotenoid sebesar 3,959 mg/L, kadar vitamin C sebesar 32,24

mg/100 gram, kadar air sebesar 3,05%, kadar abu sebesar 1,32%, nilai pH sebesar 6,8, rendemen sebesar 32,32%, waktu larut sebesar 20,24 detik, skor atribut warna 5,27 (suka), aroma 4,60 (agak suka), dan rasa 5,03 (suka) dengan nilai *desirability* yang dihasilkan sebesar 0,872.

4.4. Saran

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan pada proses pembuatan minuman serbuk instan nanas dan wortel dengan metode *foam-mat drying*, diketahui hasil bahwa kadar vitamin C, aktivitas antioksidan, kadar air, dan rendemen mengalami penurunan. Hal tersebut diduga disebabkan oleh terjadinya degradasi komponen selama proses pemanasan menggunakan *cabinet dryer*. Oleh karena itu, disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan metode pengeringan lain serta variasi lama pengeringan yang berbeda, seperti *freeze drying* atau *spray drying* agar diperoleh hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, A. R., Widanti, Y. A., dan Karyantina, M. (2022). **Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Mochi Bit (*Beta vulgaris* L.) dengan Variasi Rasio Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Tepung Ketan**. JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI), 7(1), 40–48.
- Akhtar, S., Bhatti, A. R., dan Muhammad, K. (2001). ***Clinico-Therapeutic Observations on an Outbreak of Infectious Coryza***. In *International Journal of Agricultur & Biology*, 3: 531-532.
- Almayda, A. R., Ma'rifah, B. dan Muhlishoh, A. (2024). **Formulasi Nugget Ikan Gabus dengan Substitusi Tepung Komposit Kacang Merah dan Tepung Wortel sebagai Pangan Fungsional**. Jurnal ARGIPA (Arsip Gizi dan Pangan), 9(1): 64–85.
- Anggia, Malse., & Wijayanti, Ruri. (2023). **Studi Proses Pengolahan Kopi Metode Kering dan Metode Basah Terhadap Rendemen dan Kadar Air**. Jurnal Hasi Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Eksakta 2 (2): 137-141.
- Anggraini Y. (2022). **Analisis Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap Kadar Vitamin C**. Surabaya: Akademi Farmasi Surabaya.
- AOAC. (1995). ***Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist***. Virginia USA: by the Association of Analytical Chemist inc.
- AOAC. (2002). ***Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist***. Virginia USA: by the Association of Analytical Chemist inc.
- AOAC. (2005). ***Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist***. Virginia USA: by the Association of Analytical Chemist inc.
- Aslamiyah, N. A., Anastasia, D. S., dan Luliana, S. (2022). **Metode-metode Pembuatan Minuman Serbuk Instan**. Jurnal Mahasiswa Farmasi. Fakultas Kedokteran. Universitas Tanjungpura, 6(1).
- Azzahra, F. (2023). **Optimasi Formulasi Serbuk Minuman Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Dan Wortel (*Caucus carota* L.) Dengan Penambahan Kolagen Tulang Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*).** Tugas Akhir. Program Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
- Badan Pom RI. (2019). **Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 Tentang Bahan Tambahan Pangan**. Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2017). **Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-buahan Semusim Indonesia**. Jakarta: Badan Pusat Statistik Jenderal Hortikultura 2088-8392.
- Badan Standarisasi Nasional (2004). SNI 01-4320-2004. **Minuman Serbuk**. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. (2010). SNI 3140-3-2010. **Gula Kristal Putih**. Jakarta: BSN.
- Balai Besar Penelitian Pasca Panen. (2020). **Bahan Pangan Potensial Untuk AntiVirus dan Imun Booster**. ISBN 978-979-1116-58-9: 78.
- Biesalski, K. K., Grune, T., Yin, S., Lietz, G., Palou, A., Ross, A. C., Stahl, W., Tang, G. (2010). *β -carotene Is an Important Vitamin A Source*. DOI: <https://doi.org/10.3945/jn.109.119024.ants>.
- Bustaman, A., Oktavianty, H., dan Sunardi. (2022). **Aplikasi Metode Foam Mat Drying Dalam Pembuatan Minuman Serbuk Instan Kulit Kopi Dengan Penambahan Ekstrak Jahe (*Zingiber Officinale*)**. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol. 33(2): 119-128.
- Cahyo, F. D. (2020). **Pembuatan Bubuk Instan Dari Buah Nanas (*Ananas comosus L. Merr*) Dan Bunga Kecombrang (*Etlingera elatior*) Yang Kaya Antioksidan Menggunakan Metode Pengeringan Oven**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian STIPER: Yogyakarta.
- Chi, C. F., Cao, Z. H., Wang, B., Hu, F. Y., Li, Z. R., and Zhang, B. (2014). *Antioxidant and Functional Properties of Collagen Hydrolysates from Spanish Mackerel Skin as Influenced by Average Molecular Weight*. Molecules Vol. 19(8), 11211-11230.
- Destiana, I. D. dan Rahayu, W. E. (2021). **Karakteristik Kimia Dan Sensori Minuman Tinggi Vitamin C Dari Sari Kulit Nanas Dan Pepaya**. Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Rekayasa, 4(2): 18–24.
- Dewi, L. P. R. C., Lestari, I., Rahayuningsih, C, K., dan Diarti, M. W. (2022). **Penyimpanan dan Penambahan Kurma Ajwa Terhadap Aktivitas Antioksidan Infused Water Stroberi dan Wortel**. Jurnal Analis Medika Biosains (*JAMBS*), 9(1): 43.
- Dewi, N. L. P. D. U., L.P. Wrasati., dan D.A. Yuarini. (2016). **Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian dengan Oven Drier Terhadap Karakteritik Teh Beras Merah Jatiluwih**. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri, 4(2), 1-12.

- Effendi, N. M., R. N. Nurmadiyah., dan E, Vita. A. B. (2004). **Manfaat Nanas Bagi Kesehatan**. Bulletin Teknopro Holtikultura. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran Hasil Holtikultura. Departemen Pertanian: Jakarta.
- Gabriela, M. C. (2020). **Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Pada Pembuatan Minuman Serbuk Instan Buah Papaya (*Carica Papaya L*) dan Buah Pala (*Myrsicita Fragrans H*)**. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Gabriela, M., Rawung, D., & Ludong, M. (2020). **Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Pada Pembuatan Minuman Instan Serbuk Buah Pepaya (*Carica papaya L.*) dan Buah Pala (*Myristica fragrans H.*)**. 1–8.
- Hadiati, S. dan Indriyani, N. L. P. (2008). **Petunjuk Teknis Budidaya Nanas**. Solok: Balai Penelitian Tanaman Buah Tropikal.
- Hamieh, B., Borel, P., Raouche, S., Bruzzese, L., Adjriou, N., Halimi, C., Marconot, G., Gillet, G., Rostain, J.-C., dan Guieu, R. (2023). ***Post-Harvest Atmospheric Pressure and Composition Modify the Concentration and Bioaccessibility of α - and β -Carotene in Carrots and SweetPotatoes***, *Foods*, 12(23):<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods12234262>. 1–17.
- Hardi, J., Satmah, A., Nurhaeni., dan Indriani. (2021). **Produksi Maltodekstrin Secara Enzimatik Dengan Menggunakan Berbagai Massa Pati Biji Durian (*Durio zibethinus Murr*)**. *Fullerene Journal of Chemistry*, 6(2), 76-80.
- Harefa, W., dan Pato, U. (2017). **Evaluasi Tingkat Kematangan Buah Terhadap Mutu Tepung Pisang Kepok Yang Dihasilkan**. *Jom Faperta*, 4 (2): 1-12.
- Hasanah, U. (2018). **Penentuan Kadar Vitamin C Pada Mangga Kweni Dengan Menggunakan Metode Iodimetri**. *Jurnal Keluarga Sehat Sejahtera*, 16(1), 90-96.
- Heralita, S., Effendi, R., Harun, N. (2019). **Pemanfaatan Ekstrak Wortel dan Jahe Merah Dalam Pembuatan Minuman Bubuk Instan**. *Jurnal Jom Faperta*. Vol 6(1). Universitas Riau: Riau.
- Herbig, A.L. and Renard C.M.G.C. (2017). ***Factors that Impact the Stability of Vitamin C at Intermediate Temperatures in a Food Matrix***. *Food Chemistry*. 220: 444-451.

- Hidayat, I. R., Zuhrotun, A., Sopyan, I. (2020). ***Design-Expert Software Sebagai Alat Optimasi Formulasi Sediaan Farmasi***. Majalah Farmasetika. 6(1): 99-120.
- Husnani., H, Syarifah. N. (2021). **Formulasi dan Tingkat Kesukaan Konsumen Pada Minuman Serbuk Instan Dari Tanaman Empon-Empon Dengan Komposisi Jahe, Temulawak, Kunyit, dan Sereh**. Jurnal Komunitas Farmasi Nasional. Vol. 1(2), 2798-8740.
- Irfan, Y. (2021). **Optimasi Formula Sari Buah Campuran Murbei Hitam dan Campolay (Beipolai) Menggunakan *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal* dan Pendugaan Umur Simpannya**. Tugas Akhir. Program Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
- Isnaeni, N. F. (2007). **Formulasi Produk Pure Instan Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L. Lam) Sebagai Salah Satu Upaya Diversifikasi Pangan Pokok**. *Journal of Eksperimental Psychology*: General. Institut Pertanian Bogor.
- Jakubczyk, E., Gondek, E., dan Tambor, K. (2011). ***Characteristics of Selected Functional Properties of Apple Powders Obtained by The Foam Mat Drying Method***. *International Congress of Engineering Food*.
- Jayanti, R. M. (2023). **Pengaruh Formulasi Sari Buah Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) Dan Sari Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis*) Terhadap Sifat Kimia Dan Sifat Sensori Minuman Serbuk**. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Lampung: Lampung.
- Julizan, Nur., Maemunah, S., Dwiyantri, D., dan Anshori, J. A. (2019). **Validasi Penelitian Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH**. Jatinangor: Universitas Padjajaran. Kandaga, Vol 1(1).
- Jumiati, R. Effendi., dan Fitriani. (2019). **Minuman Instan Dari Ekstrak Buah Nanas dan Ekstrak Buah Manggis**. Universitas Riau: Riau.
- Kamarul Zaman, A. A., Shamsudin, R., Mohd, A. N. (2016). ***Effect of Blending Ratio on Quality of Fresh Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) and Mango (*Mangifera indica* L.) Juice Blends***. *International Food Research Journal*. 23(Suppl): S101-S106.
- Kumalasari, I. J. (2011). **Pengaruh Variasi Suhu Inkubasi Terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi Kulit dan Bonggol Nanas**. Skripsi Universitas Muhammadiyah Semarang: Semarang.

- Kurniasih, D., Rahmawati, A., dan Nuraini, S. (2021). **Hubungan Intensitas Warna Dengan Kadar Karotenoid Pada Wortel Berbagai Varietas**. Indonesian Journal of Food Science and Technology, 4(1), 33–41.
- Leneveu-Jenvrin, C., Baudrit, C., Chalier, P., and Mounir, S. (2020). *Maintaining Physicochemical, Microbiological, And Sensory Quality of Pineapple Juice (Ananas Comosus, Var. 'Queen Victoria') Through Mild Heat Treatment*. Processes, 8(9), 1186.
- Lung, J. K. S., dan Destiani, D. P. (2018). **Uji Aktivitas Antioksidan dan Vitamin A, C, dan E Dengan Metode DPPH**. Farmaka, 15(1), 53-62.
- Maherawati., Aprilia, A., dan Dewi, Y. S. K. (2023). *Effect of Formulations and Sweetener Type to Characteristic of Coconut-Pineapple Isotonic Drink*. AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian, 12(1): 40–49.
- Mandl, J, Szarka, A., dan Banhegyi, G. (2009). *Vitamin C Update on Physiology and Pharmacology*. British Journal of Pharmacology 157:1097-1110.
- Maryam S., Pratama R., Effendi N. dan Naid T. (2016). **Analisis Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Daun Yodium (*Jatropha multifida* L.) Dengan Metode Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity (CUPRAC)**. Jurnal Fitofarmaka Indonesia, 2(1), pp. 90–93.
- Meulenaer, B. De., Van Bree, I., Baetens, J. M., Samapundo, S. (2012). *Modelling The Degradation Kinetics of Vitamin C in Fruit Juice in Relation to The Initial Headspace Oxygen Concentration*. Food Chemistry, 134 (1) :207–14.
- Mitcham, B. (2022). *Postharvest Handling Banana & Pineapple*. Dept. Plant Sciences UC Davis. San Francisco.
- Murbawani, E. A., dan Chauliyah, A. N. (2015). **Analisis Kandungan Gizi dan Aktivitas Antioksidan Es Krim Nanas Madu**. Skripsi. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Mursalin., Nuzori, A., dan Rahmayani, I. (2019). **Sifat Fisiko-Kimia Kopi Seduh Instan Liberika Tungkal Jambi yang Diproduksi Dengan Metode Kokristalisasi**. Jurnal Ilmu Terapan. Universitas Jambi, 3(1), 71-77.
- Nathaniel, A. N., Putra, I. N K., dan Wiadiyani, A. S. (2020). **Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Sifat Sensoris Teh Herbal Celup Daun Rambusa (*Passiflora foetida* L.)**. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA). Vol 9(3), 308-320.

- Nicol, W. M. (1982). *Sucrose and Food Technology. Sugar: Science and Technology. Applied Science Publ.* London. Pp: 211-222.
- Noerwahid, A. (2016). **Formulasi Granul Effervescent Antioksidan Kombinasi Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dan Buah Tomat (*Solanum lycopersicum*)**. Jurnal Universitas Muhammadiyah Surakarta, 5-10.
- Nugroho, A. (2012). **Pemanfaatan Software Dalam Penelitian**. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Nurmiah, S., Syarief, R., Sukarno, Peranginangin, R., dan Nurtama, B. (2013). **Aplikasi Response Surface Methodology (RSM) Pada Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan Kondisi Proses Pengolahan Alkali Treated Cottonii (ATC)**. JPB Kelautan dan Perikanan, Vol. 8 : 9-22.
- Oktaviana, Y. R. (2012). **Kombinasi Konsentrasi Maltodekstrin dan Suhu Pemanasan Terhadap Kualitas Minuman Serbuk Instan Belimbing Wuluh (*Avverhoa bilimbi linn*)**. Skripsi Penelitian. Universitas Atma Jaya: Depok.
- Paramita, V. D. (2023). **Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kadar Vitamin C dan Aktivitas Antioksidan Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**. Jurnal Agritechno, 16(01): 29–35.
- Pasha, L. dan Marlina, E. (2024). **Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Hand Body Gel Sari Bonggol Nanas**. *Bakti Tunas Husada Conference*, 4: 113–124.
- Pramanti, N., dan Murdianto, W. (2015). **Pengaruh Penambahan Karboksi Metil Selulosa (CMC) dan Tingkat Kematangan Buah Nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) Terhadap Sifat Kimia dan Sensoris Selai Nanas**. Jurnal Teknologi Pertanian, 10(2): 45-49.
- Purbasari, D. (2019). **Aplikasi Metode Foam-Mat Drying Dalam Pembuatan Bubuk Susu Kedelai Instan**. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember: Jember.
- Putranti, R. I. (2013). **Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut (*Sargassum duplicatum* dan *Turbinaria ornata*) Dari Jepara**. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Putri, A., Handayani, D., dan Setiawan, H. (2023). **Pengembangan Minuman Fungsional Berbasis Wortel Dan Nanas: Kandungan Gizi, Sifat Fisik,**

- Dan Penerimaan Konsumen.** Jurnal Pangan dan Agroindustri, 11(2), 99–108.
- Putri, I. K., Sitorus, R. E., Beandrade, M. U., Anindita, R., Hasmar, W. N. (2022). **Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Vitamin C Pada Minuman Kemasan Jambu Biji Merah Yang Dijual Dikota Bekasi.** Jurnal Mitra Kesehatan, 4(2): 92–98. <https://doi.org/10.47522/jmk.v4i2.135>.
- Putri, M. H., Septiyani, P., Aryani, W., dan Abriyani, E. (2023). **Literatur riview: Penetapan Kadar Vitamin C Pada Buah Jambu Biji, Jeruk, Dan Nanas, Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis.** Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 9(4): 333–342.
- Putri, R., Fita. (2022). **Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin dan Tween 80 Terhadap Karakteristik Minuman Serbuk Buah Ciplukan (*Physalis angulate L*) Dengan Metode *Foam-Mat Drying*.** Tugas Akhir. Program Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
- Rachmaniar, R., Kartamihardja, H., dan Merry. (2016). **Pemanfaatan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium Guajava Linn.*) Sebagai Antioksidan Dalam Bentuk Granul *Effervescent*.** JSTFI Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology. Vol 5(1).
- Rahayuni, A., dan Octaviani, L. F. (2014). **Pengaruh Berbagai Konsentrasi Gula Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Tingkat Penerimaan Sari Buah Buni (*Antidesma bunius*).** Journal of Nutrition College. 3(4): 958-965.
- Rahman, A. (2022). **Evaluasi Maltodekstrin Untuk Penggunaannya Dari Nasi.** National Multidisciplinary Science, 1(2), 78-83.
- Rahmat, F., dan H, Fitri. (2007). **Budidaya dan Pascapanen Nanas.** Balai Pengkajian Teknologi Pertanian: Kalimantan Timur.
- Rajkumar, P., Kaillapan, R., Viswanathan, R., Raghavan, G. S. V., Dan Ratti, C. (2007). ***Foam Mat Drying of Alphonso Mango Pulp.*** Drying Technology, 25(2), 357-365.
- Ratnasari, U., Suciati, F., Fathurohman, F., Purwasih, R., Ramadhan, M. G. (2022). **Pengaruh Penambahan Jenis Gula yang Berbeda Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik *Yoghurt* Nanas (*Effect of Sugar Type Addition on Physicochemical and Organoleptik Pineapple Yoghurt*).** Buletin Peternakan Tropis, 3(2): 143–148. <https://doi.org/10.31186/bpt.3.2.143-148>.

- Ratucu, S.S. dan Arintina, R. (2013). **Pengaruh Pemberian Ph Substrat Terhadap Kadar Serat, Vitamin C dan Tingkat Penerimaan Nata De Cashew (*Anacardium Occidentale* L.).** *Journal of Nutrition College*. 2(1): 200-206.
- Ridho, E. A. (2013). **Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Buah Lakum (*Cayratia trifolia*) Dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil).** Naskah Publikasi, Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran: Universitas Tanjung Pura Pontianak.
- Rifqi, M., Faridah, F., dan Triandita, N. (2025). **Pengaruh Proses Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan Dari Wortel (*Daucus carota* L.): Sebuah Ulasan.** *Jurnal Ristara (Jurnal Riset, Inovasi, Teknologi dan Terapan)*, 3(2): 2986–2988.
- Salwa, P. D., Amalia, H. S., Halin, H., dan Hildayanti, S. K. (2023). **Program Kkn Tematik Mbkm Mahasiswa Indo Global Mandiri Pelatihan Membedakan Vitamin C Pada Buah Nanas Kaleng Dengan Vitamin C Pada Buah Nanas Segar Uji Metode Spektrofotometri Uv-Vis.** *Jurnal Pengabdian Mandiri*, 2(1): 1–23.
- Saswati., Ngatirah., dan Bimantio, M. P. (2024). **Karakteristik Minuman Serbuk Berbasis Bunga Lokal Dengan Menggunakan Metode *Foam-mat drying*.** *Jurnal Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pangan*, 15(1), 20-35.
- Shao, Y., Huang, Y., Chang, Y. (2005). ***Effects of Genotype and Treatment on The Antioxidant Activity of Sweet Potato in Taiwan.*** *Food Chemistry* 96: 529-538, Taiwan.
- Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S., Attri, S. (2012). ***Chemical Composition, Functional Properties and Proccesing of Carrot.*** *Journal Food Science Technology*, 49(1): 22-32.
- Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S., dan Attri, S. (2011). ***Chemical Composition, Fuctional Properties and Processing of Carrot-a Review.*** India: *Association of Food Scientist & Technologists J Food Sci Technol*. 49(1): 22-32.
- Silalahi, M. (2022). **Penggunaan Spektrofotometri Untuk Pengujian Kadar Beta Karoten CPO (*Crude Palm Oil*) Di Laboratorium Kimia Analisa.** *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Prima*, 5(2): 26–30.

- Smith, A., Liline, S., Sahetapy, S. (2023). **Analisis Kadar Abu Pada Salak Merah (*Salacca edulis*) di Desa Riring dan Desa Buria Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku.** Jurnal Biologi Pendidikan dan Terapan, 10(1), 51-57.
- Soekarto, S. T. (1985). **Penelitian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian.** Jakarta: Bhatara Karya Aksara.
- Souvica, R. T. (2013). **Formulasi Sediaan Emulsi Tipe M/A Minyak Biji Jinten Hitam (*Nigella sativa* L.) Dengan Emulgator Kombinasi Span 80 Dan Tween 80.** Laporan Tugas Akhir D III Farmasi, 6–32. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. (2010). **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian.** Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Sulastri, L., Rizikiyan, Y., Indryati, S., Amelia, R., Karlina, N. (2021). **Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan *Lotion* Sari Wortel (*Daucus carota* L.) dengan Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl).** *Journal of Pharmacopolium*, 4(3): 180–190.
- Suparthana, P., Andriani, A., Pratiwi, I. D. P. K. (2023). **Pengaruh Penambahan Puree Wortel (*Daucus carota* L.) Terhadap Karakteristik Manisan Paladang.** Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan. 12(4), 846-859.
- Suryanto, R. (2022). **Pengaruh Ketebalan Kemasan Plastik Polivinil Chlorida (PVC) Terhadap Beberapa Sigat Fisika dan Kimia Umbi Wortel (*Daucus carota* L.) Selama Penyimpanan.** *Open Journal Systems*, 17(12): 171–280.
- Susilawati, O. S. N., Utomo, T. P., dan Murhadi. (2023). **Pengaruh Lama Pemanasan Terhadap Kandungan Vitamin C Sari Buah Lemon.** Jurnal Agroindustri Berkelanjutan, 2(1): 31 40.
- Susilowati, T., dan Andriani, R. (2022). **Pengaruh Metode Pengolahan Terhadap Stabilitas B-Karoten Pada Wortel.** Jurnal Gizi dan Pangan, 17(1), 45–54.
- Suwardi. (2021). **Pascapanen Nanas.** LPPM UPN Veteran: Yogyakarta.
- Tamat, S. R., Wikanta T., dan Maulina L. S. (2007). **Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Senyawa Bioaktif Dari Ekstrak Rumput Laut Hijau Ulva Reticulata Forsskal.** Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia, 5 (1): 31-36.
- Tania, N., Supiyani, A., Sukarman, Permana, A. (2018). **Total Krotenoid Ikan Sumatra Albino (*Puntius tetrazona*) yang Diberi Pakan Tambahan Tepung Kepala Udang.** Jurnal Biologi Indonesia, 14(1).

- Tranggono dan Haryadi. (1990). **Bahan Tambahan Pangan (*Food Additives*)**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Tri Harsoyo, I., Nuha Aba, M. U., Wahyudi, B., Firmansyach, D. A. (2024). ***Hotplate Magnetic Stirrer Dilengkapi Pengatur Waktu, Suhu, dan Kecepatan Melalui LCD Nextion***. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika 12(1).
- Triyono, A. (2010). **Pisang (*Musa paradisiaca*) Terhadap Karakteristik Flakes**. Jurnal Pengembangan Teknologi Tepat Guna. Vol. 1, 1-2.
- Ulfa, M.N., Sulityo, N. P. L. K dan Nasution, S. (2024). **Studi Penambahan Sari Nanas Terhadap Sifat Fisikokimia dan Daya Terima Konsumen *Soyghurt***. AGRITEPA: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian, 11(1): 197-212.
- United States Department of Agriculture National Nutrient Database (USDA). (2016). ***Broccoli, raw***. National Agricultural Library. USA, 1.
- Utami, I. M. T., Nurhidajah., Yusuf, M. (2023). **Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Minuman Instan Ekstrak Beras Hitam Berdasarkan Konsentrasi Maltodekstrin Dengan Metode *Foam-Mat Drying***. Jurnal Pangan dan Gizi. Vol. 13(1): 68-78.
- Utami, R.A., Saloko, S. dan Cicilia, S. (2024). **Analisis Aktivitas Antioksidan Dan Karakteristik Selai Campuran Dami Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dan Buah Nanas (*Ananas comosus L.*)**. Jurnal Edukasi Pangan, 2(4): 30-42.
- Utomo, D., dan Ariska, S. B. (2020). **Kualitas Minuman Serbuk Instan Sereh (*Cymbopogon Citratus*) Dengan Metode *Foam Mat Drying***. Jurnal Teknologi Pangan. Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian, 11(1), 42-51.
- Wardaningrum, R. Y., Susilo, J., dan Dyahariesti. (2019). **Perbandingan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Terpurifikasi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*) dengan Vitamin E**. Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan. Ungaran: Universitas Ngudi Waluyo.
- Wasmun, H., Rahim, A., Hutomo, G. S., (2016). **Pembuatan Minuman Instan Fungsional Dari Bioaktif Pod Husk Kakao**. Agrotekbis 4.
- Widyaningsih, W. (2010). **Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Dewa (*Gynura procumbens*) Dengan Metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrihidrazil*)**. Prosiding Seminar Nasional Kosmetika Alami. ISBN: 978-979-18458-2-3.

- Wijaya D. P., Paendong J. E., dan Abidjulu J. (2014). **Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Dari Daun Nasi (*Phrynium capitatum*) Dengan Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)**, Jurnal MIPA, 3(1), pp. 11-15.
- Wijaya, W. P., Gozali, T., dan Septiadji, R. M. (2021). **Penambahan Kolagen Sisik dan Tulang Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) Pada Minuman Jus Jambu Biji (*Psidium Guajava*)**. Bandung: Universitas Pasundan. *Food Technology Journal*. Vol 8(1).
- Winarno, F. G. (2004). **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Winarti, S. (2010). **Makanan Fungsional**. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yohana R. (2016). **Karakteristik Fisiko Kimia dan Organoleptik Minuman Serbuk Buah dari Campuran Sari Buah Pepino (*Solanum Muricatum*, Aiton.) dan Sari Buah Terung Pirus (*Cyphomandra Betacea*, Sent.)**. Skripsi. Padang: Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Andalas.
- Yusmarini, Y., Emrinaldi. dan Johan, V. S., (2015). **Karakterisasi Mutu Kimiawi, Mikrobiologi dan Sensori Sari Buah Campuran Nanas dan Semangka**. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia. 7(1), 18-28.
- Zheng, P., Li, Y., Tang, C., Yu, Z., Liu, Y., Wu, Y., Chen, J. (2025). **Comparative Metabolomics Analysis of Four Pineapple Varieties**. Plants, 14(15), 2400.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisis Kadar Air Metode Gravimetri

(Sudarmadji *et al.*, 2010)

Pada prinsipnya penentuan kadar air dengan metode gravimetri yaitu menguapkan air yang ada dalam bahan dengan jalan pemanasan. Kemudian menimbang bahan beberapa kali sampai diperoleh berat konstan yang berarti semua air sudah diuapkan. Cara kerja analisis kadar air metode gravimetri adalah :

1. Ditimbang sampel sebanyak 2gram dengan menggunakan cawan poselin yang telah diketahui beratnya.
2. Kemudian keringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Kemudian dinginkan dalam eksikator dan ditimbang.
3. Panaskan lagi dalam oven selama 30 menit, diinginkan dalam eksikator dan timbang. Perlakuan ini diulangi sampai beberapa kali hingga tercapai bobot tetap.

Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(B-A)(C-A)}{(B-A)} \times 100$$

Keterangan:

- A = Berat cawan porselin kosong
B = Berat cawan porselin + sampel sebelum pemanasan
C = Berat cawan porselin + sampel setelah pemanasan

Lampiran 2. Prosedur Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri**(AOAC, 1995)**

Cawan krus dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 130°C selama 30 menit, kemudian dimasukkan ke dalam eksikator selama 5-10 menit dan lakukan penimbangan cawan krus kosong. Timbang sampel sebanyak 1-2gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan krus. Cawan krus yang telah berisi sampel dilakukan pemansan sampai tidak berasap, kemudian dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 600°C selama 5-6 jam hingga terbentuk abu. Masukkan cawan yang berisi abu ke dalam eksikator selama 30 menit dan di timbang hingga mendapatkan berat konstan. Penentuan kadar abu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

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

Keterangan:

W1 = Berat cawan + sampel setelah diabukan konstan (gram)

W0 = Berat cawan kosong konstan (gram)

Ws = Berat sampel awal (gram)

Lampiran 3. Prosedur Analisis Kadar Vitamin C Metode Titration DFIF (AOAC, 2002)

Metode DFIF menggunakan reaksi antara asam askorbat (vitamin C) dengan 2,4-dinitrofenilhidrazin untuk membentuk senyawa berwarna merah-oranye.

- Prosedur pembakuan larutan DFIF:
 1. Pipet larutan vitamin C baku sebanyak 2 ml dimasukkan kedalam erlenmeyer, kemudian dilarutkan dengan 5 ml larutan HPO_3 dan 10 ml air hingga garis tanda.
 2. Pipet 1 ml, masukan ke dalam Erlenmeyer dan tambahkan 5 ml HPO_3 .
 3. Titration dengan larutan 2,6 DFIF sampai terbentuk warna merah muda stabil tidak kurang dari 5 detik.
 4. Lakukan titration blanko dengan menggunakan 7 ml larutan HPO_3 .
 5. Lalu titration dengan larutan 2,6 DFIF hingga berwarna merah muda pekat.
 6. Hitung faktor DFIF (molaritas).
- Rumus:

$$\begin{aligned}
 - K &= \frac{\text{Bobot Vitamin C (mg)}}{100} \times \frac{10}{100} \\
 - F \text{ DIF} &= \frac{V_0 \times K}{(V_t - V_b)} \\
 - \text{Kadar Vitamin C (\%)} &= \frac{(V_t - V_b) \times F \text{ DIF} \times FP}{\text{Bobot Sampel (g)}} \times 100
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- K = Faktor koreksi
- V_t = Volume Titration (ml)
- V_b = Volume blanko (ml)
- FP = Faktor Pengenceran

Lampiran 4. Prosedur Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

(Julizan *et al.*, 2019)

Metode DPPH merupakan pengujian kuantitatif dalam penentuan aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode perendaman radikal bebas menggunakan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil).

Cara kerja analisis antioksidan adalah:

- Pembuatan Larutan Stok Sampel

Sampel ditimbang sebanyak 100 mg dan dilarutkan menggunakan methanol pa secukupnya di dalam botol timbang. Dilakukan pengenceran dalam labu ukur 200 ml, cukupkan methanol pa sampai tanda batas dan homogenkan (2000 ppm).

- Deret Standar Sampel (0,400,800,1200,1600) ppm

Sampel ditimbang sebanyak 0 ml, 0,2 ml, 0,4 ml, 0,6 ml, dan 0,8 ml (sesuai hasil perhitungan masing-masing konsentrasi). Kemudian ditambahkan dengan methanol (0,8 ml, 0,6 ml, 0,4 ml, 0,2 ml, 0 ml) dan DPPH sebanyak 20% dari total volume (1 ml). Larutan sampel telah selesai.

- Pengujian dengan Spektrofotometer UV-VIS

Penentuan absorbansi sampel, 5 tabung reaksi yang telah dihitung masing-masing konsentrasinya (0,400,800,1200,1800) ppm. Kemudian diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C dan diukur absorbansinya menggunakan panjang gelombang 517 nm, kemudian dihitung % inihibisinya.

Rumus Perhitungan :

- $\text{Inhibisi (\%)} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$
- Persamaan Regresi Linier : $Y = a + bx$
- IC 50 menggunakan regresi linier: $X = \text{IC50} = \text{ppm (yang dicari)}$

Lampiran 5. Prosedur Pengujian pH

(Sudarmadji *et al.*, 2010)

Pengukuran pH sampel dengan menggunakan pH meter, pH meter menerjemahkan konsentrasi ion H^+ dalam larutan menjadi sinyal yang dikonversi dalam tampilan digital sehingga dapat dibaca secara langsung. Prinsip pH meter adalah sebuah metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktivitas ion hidrogen secara potensimetri dengan menggunakan pH meter. Cara pengukurannya adalah:

1. pH meter dinyalakan dan dinetralkan selama 15-30 menit.
2. Distandarisasi dengan larutan buffer pH 4 dan pH 7.
3. Electrode pH meter kemudian dibilas dengan aquadest lalu dikeringkan dengan kertas tisu.
4. Sampel dapat diukur setelah pH meter dikalibrasi.
5. pH meter dicelup pada sampel lalu dibiarkan sampai angka pH meter stabil
6. Nilai tertera pada monitor pH meter.
7. Setelah dilakukan pengukuran, pH meter kemudian dibilas dengan aquadest.
8. Dikeringkan dengan tisu.

Lampiran 6. Prosedur Analisis Total Padatan Terlarut (TPT)

(AOAC, 2005)

Proses yang dilakukan pertama yaitu penentuan padatan terlarut dimana lensa refraktometer dibersihkan dari kotoran-kotoran yang masih menempel dengan kapas yang telah dibasahi *xylol*, kemudian alirkan air melalui refraktometer agar alat berada pada suhu pembacaan (suhu tidak boleh berada lebih kecil atau besar 2°C dari perbandingan) kemudian dicoba mengukur indeks bias air suling terlebih dahulu, cairan yang akan ditetapkan indeks biasanya diteteskan pada lensa prisma dengan pipet tetes/mikropipet, setelah terlihat jelas adanya perbedaan terang dan gelap kemudian bacalah besar indeks bias pada angka yang ditunjukkan oleh skala, setelah terlihat dengan jelas adanya perbedaan terang dan gelap. Proses pembacaan refraktometer ini hanya boleh dilakukan apabila suhu dalam keadaan stabil. Angka rata-rata dari pembacaan adalah indeks bias bahan.

Lampiran 7. Analisis Waktu Larut

(Tri Harsoyo, 2024)

Siapkan 15 gram sampel dan 150 ml air lalu di simpan di dalam gelas kimia, kemudian larutkan sampel menggunakan magnetic stirrer pada kecepatan 50 rpm hingga homogen dan hitung waktu kelarutannya menggunakan stopwatch. kemudian dicatat berapa lama waktu sampel terlarut sempurna dalam air.

- Aliran listrik akan memberikan tegangan input ke power supply 5v dan sebagai sumber tegangan untuk *driver heater*.
- Power supply 5v akan memberikan daya ke sistem, lalu *touchscreen* akan berfungsi dan digunakan untuk memberikan input data kepada sistem, sistem akan menganalisis input data dari *touchscreen* berupa pengatur suhu, lamanya waktu berputar, dan besarnya kecepatan putaran.
- Kemudian semua pengaturan tersebut akan dibaca oleh sistem dan akan di implementasikan kepada *driver motor* dan *driver heater* untuk bekerja. Pada saat proses sedang berlangsung, sensor DS18B20 akan membaca suhu larutan yang sedang dicampur dan ditampilkan pada *display touchscreen*, apabila suhu yang diinginkan telah tercapai, maka sensor akan memberikan data kepada sistem untuk mengatur *driver heater* untuk berhenti.
- Setelah suhu tercapai tersebut, *driver motor* akan mengatur kecepatan *motor* untuk berputar sesuai dengan kecepatan dan waktu yang telah diatur. Setelah proses selesai, *buzzer* akan memberikan tanda berupa bunyi sebagai tanda bahwa proses pencampuran larutan telah selesai.

Lampiran 8. Analisis Rendemen**(AOAC, 2005)**

Rendemen diperoleh dari perbandingan berat antara berat akhir produk yang dihasilkan dengan berat bahan awal/segar.

Rumus :

$$\frac{\text{Bobot Kering}}{\text{Bobot Basah}} \times 100\%$$

Lampiran 9. Prosedur Penetapan Kadar Karoten Total

(Tania *et al.*, 2018)

Cara Kerja:

1. Total karotenoid dilakukan dengan cara penimbangan jaringan sampel ± 40 -50 mg dimasukkan ke dalam tabung reaksi,
2. kemudian ditambahkan aseton/n-butanol sebanyak 5 ml, kemudian dihomogenkan hingga larut sempurna.
3. Aseton/ n-butanol ditambahkan lagi sampai volume mencapai 10 ml, selama beberapa menit diaduk sampai merata.
4. Larutan yang sudah homogen, disaring dengan Whatmann.
5. Larutan dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 435,8 nm.
6. Catat absorbansinya atau % transmitannya.
7. Pigmen ditulis sebagai karoten dalam satuan ppm.

Rumus:

$$\text{Total Karoten (ppm)} = 2,3 \times \frac{A}{B \times K} \times \text{FP}$$

Keterangan:

A = Absorbansi (*optic density*)

B = Tebal sel (1 cm)

K = 0,16632 untuk karotenoid yaitu pada 435,8 nm dalam n-butanol dengan menggunakan sel berdiameter 1 cm

Lampiran 10. Formulir Uji Organoleptik

FORMULIR UJI HEDONIK

Nama :

Tanggal Pengujian :

Jenis Sampel : Minuman Serbuk Instan Nanas Wortel

Intruksi : Dihadapkan saudara telah tersedia 9 sampel minuman serbuk instan Nanas dan Wortel. Kemudian saudara berikan penilaian berdasarkan Tingkat kesukaan saudara terhadap warna, aroma, dan rasa dengan skala numerik berikut ini :

Sangat Suka	= 6	Agak Tidak Suka	= 3
Suka	= 5	Tidak Suka	= 2
Agak Suka	= 4	Sangat Tidak Suka	= 1

Tabel Penilaian :

Kode Sampel	Kriteria Penilaian (Atribut)		
	Warna	Aroma	Rasa
717			
346			
882			
596			
463			
186			
960			
227			
603			

Lampiran 11. Perhitungan Basis Total

Tabel 31. Kebutuhan Analisis

No.	Analisis	Kebutuhan Bahan (gram/ml)	Ulangan	Total (gram)
1.	Kadar Air	5	2	10
2.	Kadar Abu	5	2	10
3.	Waktu Larut	2	1	2
4.	Nilai pH	2	1	2
5.	Total Padatan Terlarut	2	1	2
4.	Organoleptik	15	3	45
5.	Kadar Antioksidan	20	1	20
6.	Kadar Vitamin C	10	2	20
7.	Kadar Total Karoten	5	1	5
Jumlah		116 ± 120 gram		

Jumlah kebutuhan bahan baku (basis) dari masing-masing formula yaitu sebanyak

116 = ± 120 gram.

Lampiran 12. Kebutuhan Bahan Baku Setiap Formulasi

Basis: 600 gram/ml

Tabel 32. Kebutuhan Bahan Baku Setiap Formulasi

Formula	Bahan Baku	Jumlah (%)	Jumlah (gram/ml)	Allowance 10%	Total Jumlah (gram/ml)
1	Sari Nanas	30,00	180,00 gram	18,00	198,00
	Sari Wortel	34,00	204,00 gram	20,40	183,60
	Sukrosa	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Maltodekstrin	15,00	90,00 gram	9,00	99,00
	Tween 80	1,0	6,00 ml	0,60	6,60
2	Sari Nanas	25,00	150,00 gram	15,00	165,00
	Sari Wortel	39,00	234,00 gram	23,40	257,40
	Sukrosa	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Maltodekstrin	15,00	90,00 gram	9,00	99,00
	Tween 80	1,0	6,00 ml	0,60	6,60
3	Sari Nanas	35,00	210,00 gram	21,00	231,00
	Sari Wortel	29,00	174,00 gram	17,40	191,40
	Sukrosa	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Maltodekstrin	15,00	90,00 gram	9,00	99,00
	Tween 80	1,0	6,00 ml	0,60	6,60
4	Sari Nanas	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Sari Wortel	44,00	264,00 gram	26,40	290,40
	Sukrosa	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Maltodekstrin	15,00	90,00 gram	9,00	99,00
	Tween 80	1,0	6,00 ml	0,60	6,60
5	Sari Nanas	40,00	240,00 gram	24,00	264,00
	Sari Wortel	24,00	144,00 gram	14,40	158,40
	Sukrosa	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Maltodekstrin	15,00	90,00 gram	9,00	99,00
	Tween 80	1,0	6,00 ml	0,60	6,60
6	Sari Nanas	40,00	240,00 gram	24,00	264,00
	Sari Wortel	24,00	144,00 gram	14,40	158,40
	Sukrosa	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Maltodekstrin	15,00	90,00 gram	9,00	99,00
	Tween 80	1,0	6,00 ml	0,60	6,60
7	Sari Nanas	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Sari Wortel	44,00	264,00 gram	26,40	290,40
	Sukrosa	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Maltodekstrin	15,00	90,00 gram	9,00	99,00
	Tween 80	1,0	6,00 ml	0,60	6,60
8	Sari Nanas	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Sari Wortel	44,00	264,00 gram	26,40	290,40

9	Sukrosa	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Maltodekstrin	15,00	90,00 gram	9,00	99,00
	Tween 80	1,0	6,00 ml	0,60	6,60
	Sari Nanas	30,00	180,00 gram	18,00	198,00
	Sari Wortel	34,00	204,00 gram	20,40	183,60
	Sukrosa	20,00	120,00 gram	12,00	132,00
	Maltodekstrin	15,00	90,00 gram	9,00	99,00
	Tween 80	1,0	6,00 ml	0,60	6,60

Tabel 33. Jumlah Bahan Baku Seluruh Formulasi

Bahan Baku	Σ Yang Dibutuhkan (gram/ml)
Sari Nanas	1.716 gram
Sari Wortel	2.086 gram
Sukrosa	1.188 gram
Maltodekstrin	891 gram
Tween 80	59,4 ml

Lampiran 13. Kebutuhan Analisis

Tabel 34. Kebutuhan dan Biaya Bahan Baku

No.	Nama Bahan	Kebutuhan (gram/ml)	Jumlah Sediaan di Pasaran	Jumlah (Rupiah)
1.	Nanas <i>Queen</i> / Pemalang	1.716 gram	Rp. 28.000/kg	Rp. 50.000,-
2.	Wortel <i>Chantenay</i>	2.086 gram	Rp. 12.500/kg	Rp. 31.250,-
3.	Sukrosa	1.188 gram	Rp. 1300/kg	Rp. 15.500,-
4.	Maltodekstrin	891 gram	Rp. 20.000/kg	Rp. 40.000,-
5.	Tween 80	59,4 ml	Rp. 90.000/liter	Rp. 90.000,-
Jumlah		Rp. 226.750,-		

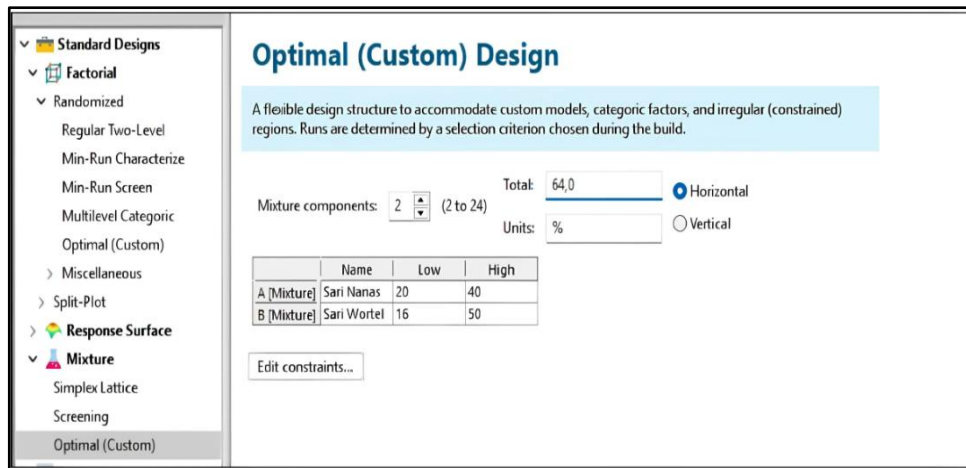
Tabel 35. Biaya Analisis

No.	Analisis	Jumlah Perlakuan	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah
1.	Kadar Air	18	Rp. 3.000,-	Rp. 54.000,-
2.	Kadar Abu	18	Rp. 6.000,-	Rp. 108.000,-
3.	Waktu Larut	9	Rp. 3.000,-	Rp. 27.000,-
4.	Organoleptik	30	Rp. 0	Rp. 0
5.	Kadar Antioksidan	1	Rp. 250.000,-	Rp. 250.000,-
6.	Kadar Vitamin C (DFIF TAT)	18	Rp. 15.000,-	Rp. 270.000,-
7.	Kadar Vitamin C (Iodimetri)	9	Rp. 10.000,-	Rp. 90.000
8.	Kadar Karoten Total	10	Rp. 50.000,-	Rp. 500.000,-
Total Biaya				Rp. 1.299.000,-

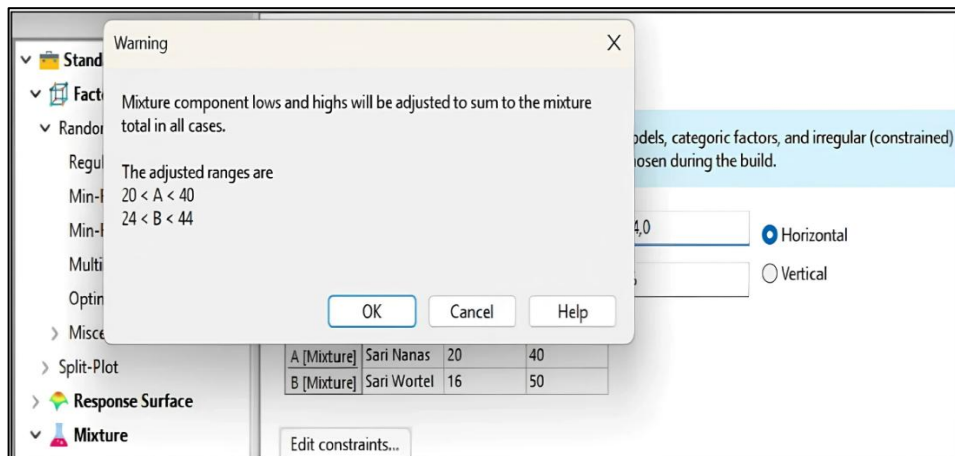
Tabel 36. Total Biaya Rencana Keseluruhan

No.	Total Rencana Keseluruhan	
	Jenis Biaya	Jumlah
1.	Bahan Baku	Rp. 226.750,-
2.	Analisis	Rp. 1.299.000,-
3.	Sewa Laboratorium	Rp. 250.000,-
Total Biaya		Rp. 1.775.750,-

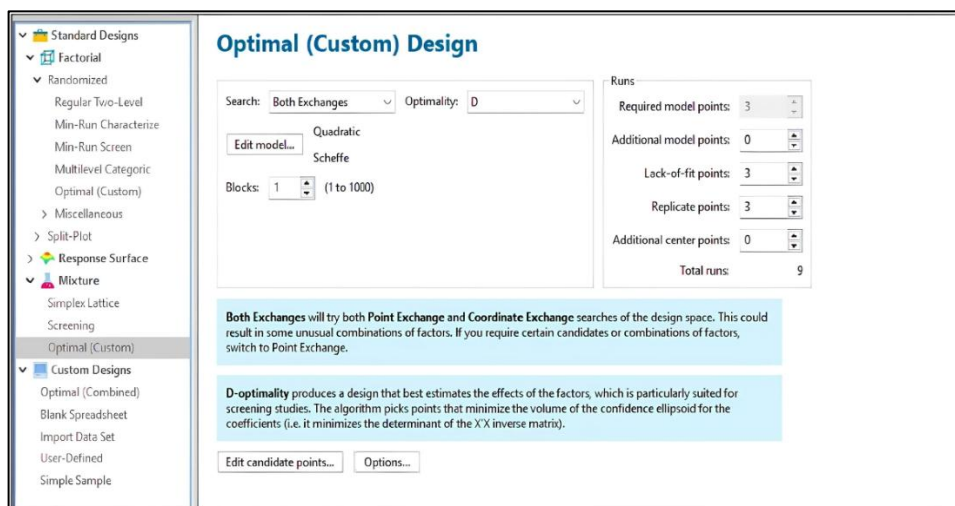
Lampiran 14. Tahapan Proses Pada *Design Expert*



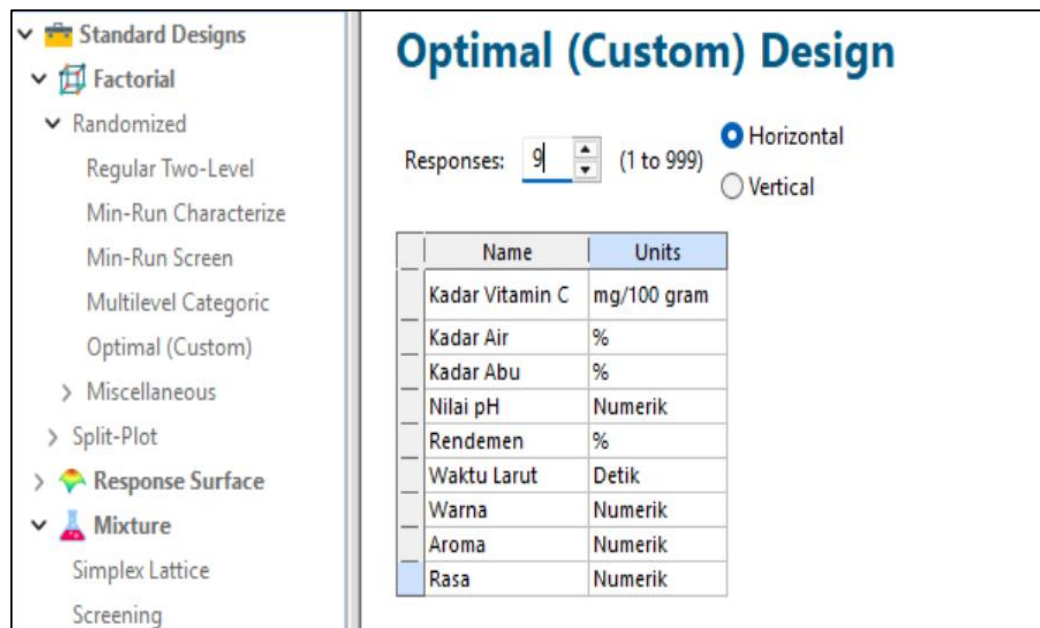
Gambar 29. Batasan Bahan Baku (Variabel Berubah)



Gambar 30. Solusi Variabel A dan B (Batas Atas dan Batas Bawah)



Gambar 31. Input Data yang Digunakan Dalam *Design Expert*



Gambar 32. Respon Analisis Pengujian Terhadap Produk

Navigation Pane			
Design (Actual)			
Information			
Notes			
Summary			
Graph Columns			
Evaluation			
Constraints			
Run	Component 1 A:Sari Nanas %	Component 2 B:Sari Wortel %	
1	30	34	
2	25	39	
3	35	29	
4	20	44	
5	40	24	
6	40	24	
7	20	44	
8	20	44	
9	30	34	

Gambar 33. Formulasi Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Run	Component 1 A:Sari Nanas %	Component 2 B:Sari Wortel %	Response 1 Kadar Vitami... mg/100 gram	Response 2 Kadar Air %	Response 3 Kadar Abu %	Response 4 Nilai pH Numerik	Response 5 Rendemen %	Response 6 Waktu Larut Detik	Response 7 Warna Numerik	Response 8 Aroma Numerik	Response 9 Rasa Numerik
1	30	34	30.16	4.413	1.39	6.9	32.62	20.79	5	4.17	4
2	25	39	29.12	4.458	1.391	6.7	32.42	21.24	4.3	4.23	4
3	35	29	27.04	3.803	1.486	6.8	32.33	20.29	5	4.6	4
4	20	44	28.08	4.12	1.391	6.5	32.63	21.62	4	3.87	4.9
5	40	24	32.24	3.007	1.492	6.7	32.27	20.13	5	4.3	5
6	40	24	32.24	3.278	1.383	6.7	32.23	19.9	4.97	4.47	5
7	20	44	29.12	3.928	1.296	6.4	32.58	21.78	4	4.23	4
8	20	44	27.04	3.195	1.3	6.5	32.47	21.98	5	4.17	4
9	30	34	27.04	4.387	1.38	6.8	32.32	20.68	5	4.47	4

Gambar 34. Hasil Analisis Formula Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Lampiran 15. Data Hasil Analisis Bahan Baku

1. Nilai pH

Tabel 37. Data Hasil Analisis pH Bahan Baku

Sampel	Nilai pH (Sari Nanas)	Nilai pH (Sari Wortel)
	4,7	7,3

2. Kadar Vitamin C (Metode Iodimetri)

Sampel	V awal	V akhir	N I2	BE Vitamin C (g/mol)	Kadar Vitamin C (mg/100 g)
Sari Nanas	0,00	4,00	0,01	176	70,40

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 - \text{N I2} &= 0,01 \\
 - \text{BE Vit. C} &= 176 \text{ g/mol} \\
 - \text{Berat Sampel} &= 5,000 \text{ gram} \\
 - \text{Kadar Vitamin C} &= \frac{V \text{ I2} \times N \text{ I2} \times \text{BE Vit.C}}{Ws \times 2} \times 100 \\
 &= \frac{4,00 \times 0,01 \times 176}{5 \times 2} \times 100 \\
 &= 70,40 \text{ mg/100 gram.}
 \end{aligned}$$

3. Kadar Karoten Total

Tabel 38. Data Hasil Analisis Kadar Karoten Total Pada Wortel

Sari Wortel	Absorbansi	Kadar (ppm)
W1	0,596	5,700 mg/L

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Karoten (ppm)} &= 2,3 \times \frac{A}{B \times K} \times \text{FP} \\
 &= 2,3 \times \frac{0,596}{1 \times 0,16632} \times 25 \\
 &= 5,700 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

4. Total Padatan Terlarut

Tabel 39. BRIX

Temperature corrections for refractometric sucrose (dry substance) measurements at 589nm																		
Reference temperature : 20°C																		
Temperature °C	Brix (%)																	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Subtract from the measured value																		
15	0.29	0.30	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37
16	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.28	0.29	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30
17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22
18	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
19	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07
Add to the measured value																		
21	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07
22	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15
23	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.22
24	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.30	0.30
25	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.37
26	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.46	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46	0.46	0.45
27	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.55	0.55	0.54	0.53	0.52
28	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64	0.65	0.65	0.64	0.64	0.63	0.63	0.62	0.61	0.60
29	0.66	0.67	0.68	0.70	0.71	0.71	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.72	0.72	0.71	0.70	0.69	0.67
30	0.74	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.79	0.78	0.76	0.75
31	0.83	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88	0.87	0.86	0.84	0.82	0.82
32	0.92	0.93	0.94	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.93	0.92	0.90	0.90
33	1.01	1.02	1.03	1.05	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07	1.07	1.06	1.04	1.03	1.01	1.00	0.98
34	1.10	1.11	1.13	1.14	1.15	1.16	1.16	1.17	1.17	1.16	1.16	1.15	1.14	1.13	1.11	1.09	1.07	1.05
35	1.19	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.25	1.26	1.26	1.25	1.25	1.24	1.23	1.21	1.19	1.17	1.15	1.13
36	1.29	1.30	1.31	1.33	1.34	1.35	1.35	1.35	1.34	1.34	1.33	1.31	1.29	1.28	1.25	1.23	1.20	1.20
37	1.39	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.44	1.44	1.43	1.43	1.41	1.40	1.38	1.36	1.33	1.31	1.28	1.28
38	1.49	1.50	1.51	1.52	1.53	1.53	1.54	1.54	1.53	1.53	1.52	1.50	1.48	1.46	1.44	1.42	1.39	1.36
39	1.59	1.60	1.61	1.62	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.62	1.61	1.59	1.57	1.55	1.52	1.50	1.47	1.43
40	1.69	1.70	1.71	1.72	1.73	1.73	1.73	1.73	1.72	1.71	1.70	1.68	1.66	1.63	1.61	1.58	1.54	1.51

Tabel 40. Data Hasil Analisis Total Padatan Terlarut Bahan Baku

Sampel	TPT	% BRIX
	Sari Nanas = 5	5,28
	Sari Wortel = 7	7.28

Perhitungan:

INTERPOLASI

Suhu = 24°C

$$\text{➤ } X = D + \frac{(B-A)}{(C-A)} \times (E-D)$$

$$X = 0,28 + \frac{(7-5)}{(10-5)} \times (0,29-0,28)$$

$$X = 0,28$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \% \text{ BRIX} &= X + B \\ &= 0,28 + 7 \\ &= 7,28 \end{aligned}$$

Lampiran 16. Data Hasil Analisis Penelitian Utama

a. Hasil Analisis Respon Kimia

1. Kadar Vitamin C

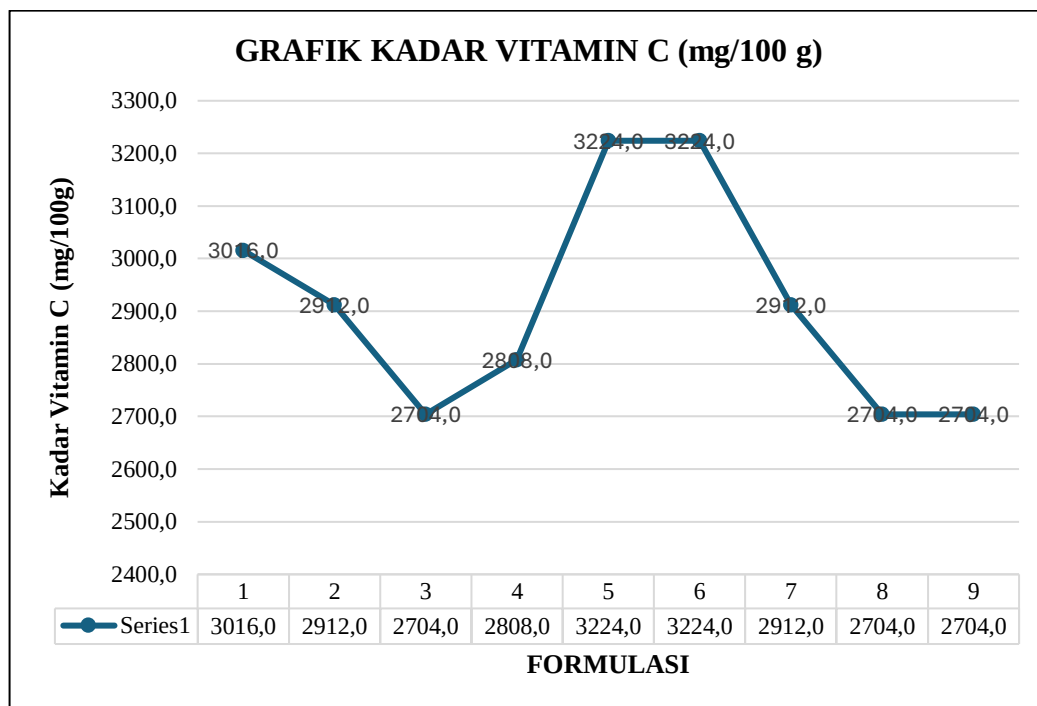
Tabel 41. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Produk (I/Simplo)

Formulasi	V awal	V akhir	V blanko	F DFIF	Kadar Vitamin C (mg/100 g)
F1	0,00	3,00	0,40	5,20	2704,0
F2	0,00	3,00	0,40	5,20	2704,0
F3	0,00	3,20	0,40	5,20	2912,0
F4	0,00	3,00	0,40	5,20	2704,0
F5	0,00	3,10	0,40	5,20	2808,0
F6	0,00	3,30	0,40	5,20	3016,0
F7	0,00	3,30	0,40	5,20	3016,0
F8	0,00	3,00	0,40	5,20	2704,0
F9	0,00	3,50	0,40	5,20	3224,0

Tabel 42. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Produk (II/Duplo)

Formulasi	V awal	V akhir	V blanko	F DFIF	Kadar Vitamin C (mg/100 g)
F1	0,00	3,30	0,40	5,20	3016,0
F2	0,00	3,20	0,40	5,20	2912,0
F3	0,00	3,00	0,40	5,20	2704,0
F4	0,00	3,10	0,40	5,20	2808,0
F5	0,00	3,50	0,40	5,20	3224,0
F6	0,00	3,50	0,40	5,20	3224,0
F7	0,00	3,20	0,40	5,20	2912,0
F8	0,00	3,00	0,40	5,20	2704,0
F9	0,00	3,00	0,40	5,20	2704,0

Tabel 43. Grafik Kadar Vitamin C



Perhitungan F1:

- V awal : 0,00 ml
- V akhir : 3,30 ml
- V blanko : 0,40
- Nilai K $= \frac{\text{Bobot Vitamin C (mg)}}{100} \times \frac{100}{10}$
= 0,104
- F DIF $= \frac{V_0 \times K}{(V_t - V_b)}$
 $= \frac{5 \times 0,104}{(0,50 - 0,40)}$
= 5,2 / 0,0052
- Kadar Vitamin C $= \frac{(V_t - V_b) \times F \text{ DIF} \times FP}{Ws} \times 100$
 $= \frac{(3,50 - 0,40) \times 5,2 \times \frac{100}{10}}{5,000} \times 100$
= 32,24 mg/100 gram

Tabel 44. ANOVA Metode *Mixture D-Optimal* Respon Kadar Vitamin C

ANOVA for Cubic model							
Response 1: Kadar Vitamin C							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	12.08	3	4.03	6.38	0.0367	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0271	1	0.0271	0.0430	0.8439	
	AB	11.19	1	11.19	17.74	0.0084	
	AB(A-B)	11.09	1	11.09	17.59	0.0085	
	Residual	3.15	5	0.6308			
	Lack of Fit	0.2630	1	0.2630	0.3640	0.5789	not significant
	Pure Error	2.89	4	0.7227			
	Cor Total	15.23	8				

Tabel 45. *Fit Statistics* Respon Kadar Vitamin C

	Std. Dev.	0.7942	R²	0.7929
	Mean	24.11	Adjusted R²	0.6687
	C.V. %	3.29	Predicted R²	0.3738
			Adeq Precision	8.4989

Tabel 46. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Kadar Vitamin C

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Sari Nanas	271.88	1	57.57	123.89	419.87	10326.01
	B-Sari Wortel	-128.47	1	38.22	-226.71	-30.24	6576.15
	AB	-196.83	1	46.73	-316.96	-76.69	1698.05
	AB(A-B)	-864.96	1	206.26	-1395.16	-334.76	2028.33

2. Kadar Air

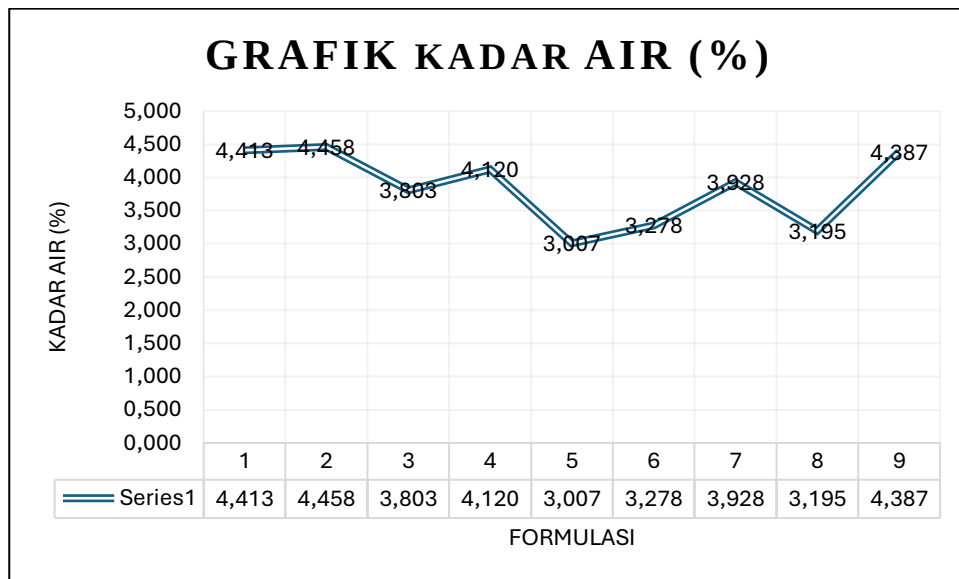
Tabel 47. Data Hasil Analisis Kadar Air (I/Simplo)

Sampel	W0 (Cawan Konstan)	W1 (Cawan + Sampel)	W2 (Sampel Kering)	Kadar Air (%)
F1	22,490	25,430	25,315	3,911
F2	21,183	27,290	27,129	2,636
F3	26,660	30,240	30,121	3,324
F4	27,295	30,326	30,221	3,464
F5	26,821	31,372	31,242	2,856
F6	23,890	29,395	29,231	2,996
F7	23,754	26,540	26,465	2,692
F8	28,430	30,324	30,250	3,907
F9	27,240	30,431	30,327	3,259

Tabel 48. Data Hasil Analisis Kadar Air (II/ Duplo)

Sampel	W0 (Cawan Konstan)	W1 (Cawan + Sampel)	W2 (Sampel Kering)	Kadar Air (%)
F1	20,352	24,362	24,185	4,413
F2	23,147	25,390	25,290	4,458
F3	27,866	30,232	30,142	3,803
F4	29,697	31,592	31,512	4,120
F5	38,466	43,088	42,949	3,007
F6	28,359	28,908	28,890	3,278
F7	26,690	28,421	28,353	3,928
F8	31,071	33,074	33,010	3,195
F9	27,580	32,959	32,723	4,387

Tabel 49. Grafik Kadar Air



Perhitungan F1 (Duplo II) :

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air} &= \frac{(W_1 - W_2)}{(W_1 - W_0)} \times 100 \\
 &= \frac{(24,362 - 24,185)}{(24,362 - 20,352)} \times 100 \\
 &= 4,413 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 50. ANOVA Metode *Mixture D-Optimal* Respon Kadar Air

ANOVA for Quadratic model							
Response 2: Kadar Air							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	1.95	2	0.9758	10.25	0.0116	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.3860	1	0.3860	4.06	0.0906	
	AB	1.57	1	1.57	16.45	0.0067	
	Residual	0.5710	6	0.0952			
	Lack of Fit	0.0573	2	0.0287	0.2231	0.8093	not significant
	Pure Error	0.5137	4	0.1284			
	Cor Total	2.52	8				

Tabel 51. *Fit Statistics* Respon Kadar Air

	Std. Dev.	0.3085		R²	0.7737
	Mean	3.84		Adjusted R²	0.6982
	C.V. %	8.03		Predicted R²	0.5001
				Adeq Precision	7.2201

Tabel 52. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Kadar Air

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Sari Nanas	-7.74	1	2.67	-14.26	-1.21	146.80
	B-Sari Wortel	-3.15	1	1.96	-7.94	1.63	114.21
	AB	38.90	1	9.59	15.43	62.37	474.01

3. Kadar Abu

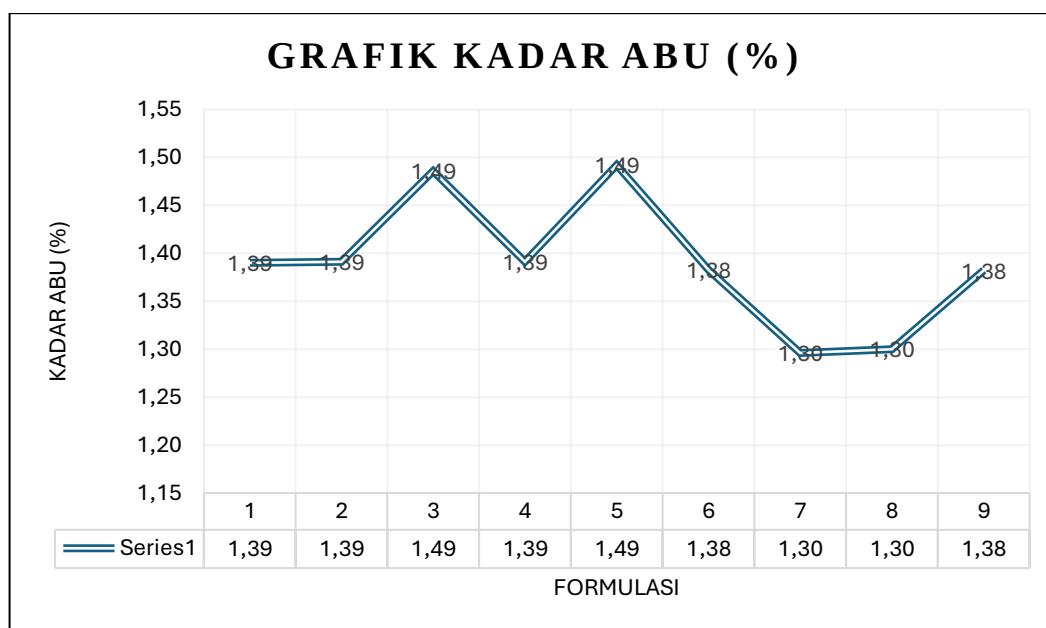
Tabel 53. Hasil Analisis Kadar Abu (I/Simplo)

Sampel	W0 (Cawan Konstan)	W1 (Sampel)	W2 (Cawan + Abu)	Kadar Abu (%)
F1	26,184	1,006	26,186	0,198
F2	26,143	1,010	26,145	0,198
F3	21,888	1,004	21,889	0,099
F4	25,932	1,002	25,933	0,099
F5	26,623	1,013	26,625	0,197
F6	27,102	1,007	27,104	0,198
F7	26,184	1,006	26,186	0,198
F8	25,859	1,013	25,861	0,197
F9	26,950	1,007	26,952	0,198

Tabel 54. Hasil Analisis Kadar Abu (II/ Duplo)

Sampel	W0 (Cawan Konstan)	W1 (Sampel)	W2 (Cawan + Abu)	Kadar Abu (%)
F1	25,949	1,007	25,963	1,39
F2	22,902	1,006	22,916	1,39
F3	24,849	1,009	24,864	1,49
F4	24,793	1,006	24,807	1,39
F5	27,529	1,005	27,544	1,49
F6	26,221	1,012	26,235	1,38
F7	26,713	1,003	26,726	1,30
F8	27,190	1,000	27,203	1,30
F9	25,781	1,013	25,795	1,38

Tabel 55. Grafik Kadar Abu



Perhitungan F1 (Duplo II):

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Abu} &= \frac{(W \text{ Cawan} + \text{Abu} - W \text{ Cawan Konstan})}{(W \text{ Sampel})} \times 100 \\
 &= \frac{(25,963 - 25,949)}{(1,007)} \times 100 \\
 &= 1,39 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 56. ANOVA Metode *Mixture D-Optimal* Respon Kadar Abu

ANOVA for Linear model							
Response 3: Kadar Abu							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0.0196	1	0.0196	8.06	0.0251	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0196	1	0.0196	8.06	0.0251	
	Residual	0.0171	7	0.0024			
	Lack of Fit	0.0053	3	0.0018	0.6001	0.6482	not significant
	Pure Error	0.0118	4	0.0029			
	Cor Total	0.0367	8				

Tabel 57. *Fit Statistics* Respon Kadar Abu

	Std. Dev.	0.0494		R²	0.5353
	Mean	1.39		Adjusted R²	0.4689
	C.V. %	3.55		Predicted R²	0.1120
				Adeq Precision	5.1893

Tabel 58. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Kadar Abu

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Sari Nanas	1.60	1	0.0765	1.42	1.78	4.71
	B-Sari Wortel	1.22	1	0.0636	1.07	1.37	4.71

4. Nilai pH

Menggunakan alat pH meter pada setiap formulasi, menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 59. Data Hasil Analisis pH Produk Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Formulasi	Nilai pH (Numerik)
F1	6,9
F2	6,7
F3	6,8
F4	6,5
F5	6,7
F6	6,7
F7	6,4
F8	6,5
F9	6,8

Tabel 60. ANOVA Metode *Mixture D-Optimal* Respon Nilai pH

ANOVA for Quadratic model							
Response 4: Nilai pH							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0.2068	2	0.1034	47.06	0.0002	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0953	1	0.0953	43.37	0.0006	
	AB	0.1115	1	0.1115	50.74	0.0004	
	Residual	0.0132	6	0.0022			
	Lack of Fit	0.0015	2	0.0008	0.2603	0.7830	not significant
	Pure Error	0.0117	4	0.0029			
	Cor Total	0.2200	8				

Tabel 61. *Fit Statistics* Respon Nilai pH

	Std. Dev.	0.0469	R²	0.9401
	Mean	6.67	Adjusted R²	0.9201
	C.V. %	0.7032	Predicted R²	0.8720
			Adeq Precision	13.6027

Tabel 62. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Nilai pH

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Sari Nanas	6.70	1	0.0320	6.62	6.77	1.46
	B-Sari Wortel	6.47	1	0.0265	6.40	6.53	1.31
	AB	1.01	1	0.1423	0.6656	1.36	1.80

b. Hasil Analisis Respon Fisik

1. Rendemen

Tabel 63. Data Hasil Rendemen Produk Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Formulasi	Bobot Basah (g)	Bobot Kering (g)	Hasil Rendemen (%)
F1	600	195,70	32,62
F2		194,50	32,42
F3		194,00	32,33
F4		195,79	32,63
F5		193,60	32,27
F6		193,40	32,23
F7		195,45	32,58
F8		194,80	32,47
F9		193,90	32,32

Perhitungan rendemen formulasi 1:

$$\begin{aligned}
 \text{Rendemen} &= \frac{\text{Bobot Kering}}{\text{Bobot Basah}} \times 100 \\
 &= \frac{195,70}{600} \times 100 \\
 &= 32,62\%
 \end{aligned}$$

Tabel 64. ANOVA Metode *Mixture D-Optimal* Respon Rendemen

ANOVA for Linear model							
Response 5: Rendemen							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0.1173	1	0.1173	11.61	0.0113	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.1173	1	0.1173	11.61	0.0113	
	Residual	0.0707	7	0.0101			
	Lack of Fit	0.0115	3	0.0038	0.2594	0.8517	not significant
	Pure Error	0.0592	4	0.0148			
	Cor Total	0.1880	8				

Tabel 65. *Fit Statistics* Respon Rendemen

	Std. Dev.	0.1005	R²	0.6238
	Mean	32.43	Adjusted R²	0.5701
	C.V. %	0.3099	Predicted R²	0.4736
			Adeq Precision	6.2272

Tabel 66. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Rendemen

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Sari Nanas	32.27	1	0.0586	32.13	32.40	1.06
	B-Sari Wortel	32.56	1	0.0510	32.44	32.68	1.06

2. Waktu Larut

Menggunakan alat *magnetic stirrer* pada setiap formulasi, menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 67. Data Hasil Analisis Waktu Larut Produk Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

Formulasi	Waktu Larut (Detik)
F1	20,79
F2	21,24
F3	20,29
F4	21,62
F5	20,13
F6	19,90
F7	21,78
F8	21,98
F9	20,68

Tabel 68. ANOVA Metode *Mixture D-Optimal* Respon Waktu Larut

ANOVA for Linear model							
Response 6: Waktu Larut							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	4.44	1	4.44	205.32	< 0.0001	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	4.44	1	4.44	205.32	< 0.0001	
	Residual	0.1513	7	0.0216			
	Lack of Fit	0.0538	3	0.0179	0.7345	0.5835	not significant
	Pure Error	0.0976	4	0.0244			
	Cor Total	4.59	8				

Tabel 69. *Fit Statistics* Respon Waktu Larut

	Std. Dev.	0.1470		R²	0.9670
	Mean	20.93		Adjusted R²	0.9623
	C.V. %	0.7023		Predicted R²	0.9395
				Adeq Precision	26.1879

Tabel 70. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Waktu Larut

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Sari Nanas	19.93	1	0.0858	19.72	20.13	1.06
	B-Sari Wortel	21.74	1	0.0746	21.56	21.92	1.06

c. Hasil Uji Organoleptik

1. Warna

Tabel 71. Data Hasil Uji Organoleptik Atribut Warna

Panelis	717	346	882	596	463	186	960	227	603
1	6	4	6	4	5	6	5	6	6
2	6	4	4	5	5	4	5	5	6
3	3	4	4	4	5	5	5	4	4
4	5	5	5	3	6	5	4	5	5
5	6	3	6	3	3	6	4	4	6
6	4	3	4	4	6	5	4	5	6
7	4	4	5	5	5	6	4	4	6
8	5	4	4	4	4	5	4	4	4
9	4	5	4	3	5	4	5	5	6
10	5	5	5	4	5	5	5	5	6
11	5	5	5	4	5	5	5	4	6
12	4	5	5	3	5	5	3	4	5
13	4	4	5	5	6	6	3	5	5
14	4	4	5	5	5	6	3	6	5
15	5	4	5	4	5	5	5	4	5
16	4	3	4	4	3	5	2	4	5
17	3	4	5	4	5	5	4	5	4
18	4	5	4	4	5	5	4	5	5
19	5	4	5	2	3	6	4	6	5
20	4	4	5	4	4	4	5	5	5
21	5	6	5	5	4	3	3	3	4
22	4	5	4	5	5	5	5	5	5
23	5	4	4	4	6	4	5	5	6
24	4	5	5	6	5	4	5	5	6
25	5	5	4	3	5	4	4	5	5
26	6	5	5	5	6	4	5	5	5
27	6	4	6	5	5	6	6	6	6
28	5	4	5	3	4	6	4	6	5
29	6	4	4	4	5	5	4	5	6
30	4	4	4	4	4	5	4	5	5
Jumlah	140	129	141	122	144	149	128	145	158
Rata-Rata	5	4,30	5	4	5	4,97	4	5	5

Tabel 72. ANOVA Metode *Mixture D-Optimal* Respon Warna

ANOVA for Linear model							
Response 7: Warna							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0.7547	1	0.7547	5.82	0.0466	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.7547	1	0.7547	5.82	0.0466	
	Residual	0.9081	7	0.1297			
	Lack of Fit	0.2410	3	0.0803	0.4817	0.7126	not significant
	Pure Error	0.6671	4	0.1668			
	Cor Total	1.66	8				

Tabel 73. *Fit Statistics* Respon Warna

	Std. Dev.	0.3602		R²	0.4539
	Mean	4.70		Adjusted R²	0.3758
	C.V. %	7.67		Predicted R²	0.0627
				Adeq Precision	4.4081

Tabel 74. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Warna

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Sari Nanas	5.11	1	0.2101	4.62	5.61	1.06
	B-Sari Wortel	4.36	1	0.1829	3.93	4.80	1.06

2. Aroma

Tabel 75. Data Hasil Uji Organoleptik Atribut Aroma

Panelis	717	346	882	596	463	186	960	227	603
1	4	5	5	3	4	5	5	5	4
2	4	5	5	4	5	5	5	5	4
3	5	4	5	4	4	5	5	5	4
4	5	5	4	5	4	5	4	4	5
5	5	4	5	4	5	5	4	4	5
6	4	4	4	3	4	4	4	4	5
7	5	4	5	5	4	4	5	4	5
8	4	4	5	5	5	4	5	4	4
9	4	4	5	3	5	4	3	3	5
10	4	4	4	3	5	4	3	4	4
11	4	4	4	4	5	4	5	4	4
12	5	5	5	4	4	5	4	4	5
13	3	4	5	5	4	4	4	3	5
14	4	4	5	5	5	5	4	5	4
15	4	5	5	4	4	4	4	4	5
16	4	4	4	4	4	5	5	5	4
17	3	4	4	3	3	4	4	4	5
18	4	4	4	3	4	4	5	4	5
19	4	5	5	3	4	4	4	4	4
20	5	5	5	4	3	5	4	3	5
21	5	4	4	3	3	5	3	4	5
22	4	4	4	4	4	5	4	4	3
23	4	3	5	3	5	5	4	4	4
24	5	4	5	3	5	5	5	5	3
25	4	4	5	3	4	4	4	5	5
26	5	5	5	4	5	5	5	5	5
27	4	4	4	4	4	4	4	4	3
28	4	4	4	5	4	3	4	4	5
29	3	4	4	5	6	5	4	4	6
30	3	4	5	4	4	4	4	4	4
Jumlah	125	127	138	116	129	134	127	125	134
Rata-Rata	4,17	4,23	4,60	3,87	4,30	4,47	4,23	4,17	4,47

Tabel 76. ANOVA Metode *Mixture D-Optimal* Respon Aroma

ANOVA for Linear model							
Response 8: Aroma							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0.1724	1	0.1724	6.04	0.0436	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.1724	1	0.1724	6.04	0.0436	
	Residual	0.1999	7	0.0286			
	Lack of Fit	0.0660	3	0.0220	0.6578	0.6194	not significant
	Pure Error	0.1338	4	0.0335			
	Cor Total	0.3723	8				

Tabel 77. *Fit Statistics* Respon Aroma

	Std. Dev.	0.1690	R²	0.4631
	Mean	4.28	Adjusted R²	0.3864
	C.V. %	3.95	Predicted R²	0.0914
			Adeq Precision	4.4908

Tabel 78. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Aroma

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Sari Nanas	4.48	1	0.0986	4.24	4.71	1.06
	B-Sari Wortel	4.12	1	0.0858	3.92	4.32	1.06

3. Rasa

Tabel 79. Data Hasil Uji Organoleptik Atribut Rasa

Panelis	717	346	882	596	463	186	960	227	603
1	5	5	6	5	4	5	4	5	4
2	4	4	5	5	3	5	6	4	4
3	4	4	5	5	5	4	5	4	4
4	6	5	5	5	6	6	4	4	6
5	5	4	4	5	6	4	4	5	2
6	4	3	4	4	4	5	4	3	4
7	6	3	5	5	6	5	4	3	5
8	5	4	4	6	5	4	4	4	4
9	3	3	4	5	3	3	5	4	3
10	5	3	4	5	5	4	5	3	4
11	4	4	4	5	3	4	4	3	3
12	5	4	5	5	5	5	2	5	5
13	4	6	2	4	5	6	4	6	3
14	5	4	5	5	5	4	4	3	4
15	5	3	3	5	4	5	4	4	5
16	4	3	3	5	6	5	6	4	5
17	4	4	4	5	3	3	4	4	3
18	4	5	3	5	5	5	3	5	5
19	5	4	4	5	5	5	3	4	3
20	3	4	5	5	3	5	4	4	3
21	5	4	4	5	3	3	3	4	3
22	4	5	5	5	4	4	3	4	4
23	4	5	5	5	5	4	2	4	3
24	3	3	5	4	5	6	3	6	4
25	5	3	3	4	5	5	4	4	4
26	4	5	4	6	3	3	4	4	4
27	4	4	4	6	5	5	3	4	5
28	5	3	4	4	5	4	4	4	5
29	4	6	5	5	5	5	4	3	6
30	4	4	5	4	4	5	3	4	3
Jumlah	132	121	128	147	135	136	116	122	120
Rata-Rata	4	4	4	4,90	5	5	4	4	4,00

Tabel 80. ANOVA Metode *Mixture D-Optimal* Respon Rasa

ANOVA for Quadratic model							
Response 9: Rasa							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	1.25	2	0.6238	5.96	0.0375	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.3753	1	0.3753	3.59	0.1071	
	AB	0.8722	1	0.8722	8.33	0.0278	
	Residual	0.6280	6	0.1047			
	Lack of Fit	0.0880	2	0.0440	0.3261	0.7393	not significant
	Pure Error	0.5400	4	0.1350			
	Cor Total	1.88	8				

Tabel 81. *Fit Statistics* Respon Rasa

	Std. Dev.	0.3235	R²	0.6651
	Mean	4.32	Adjusted R²	0.5535
	C.V. %	7.49	Predicted R²	0.2911
			Adeq Precision	5.4815

Tabel 82. Estimasi Koefisien Tiap Faktor Terhadap Respon Rasa

	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-Sari Nanas	4.95	1	0.2211	4.41	5.49	1.46
	B-Sari Wortel	4.32	1	0.1826	3.87	4.76	1.31
	AB	-2.84	1	0.9823	-5.24	-0.4318	1.80

Lampiran 17. Data Analisis Verifikasi Formula Optimal

1. Aktivitas Antioksidan

Tabel 83. Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan Formula Optimal

Konsentrasi (ppm) X	Absorbansi	% Penghambatan (Y) (%)
0	0,858	0,000
1000	0,771	10,140
2000	0,705	17,832
3000	0,653	23,893
4000	0,591	31,119

Perhitungan:

$$\text{Nilai Penghambatan (\%)} = \frac{A_{\text{Blanko}} - A_{\text{Sampel}}}{A_{\text{Blanko}}} \times 100$$

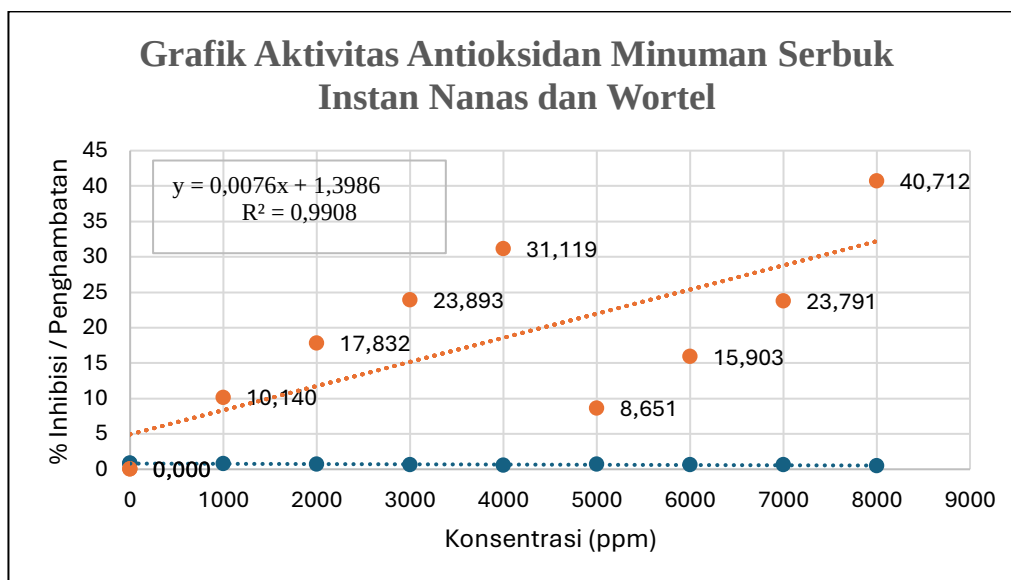
$$\text{- 0 ppm} = \frac{0,858 - 0,858}{0,858} \times 100 = 0\%$$

$$\text{- 1000 ppm} = \frac{0,858 - 0,771}{0,858} \times 100 = 10,140\%$$

$$\text{- 2000 ppm} = \frac{0,858 - 0,705}{0,858} \times 100 = 17,832\%$$

$$\text{- 3000 ppm} = \frac{0,858 - 0,653}{0,858} \times 100 = 23,893\%$$

$$\text{- 4000 ppm} = \frac{0,858 - 0,591}{0,858} \times 100 = 31,119\%$$



Gambar 35. Grafik Aktivitas Antioksidan Minuman Serbuk Instan Nanas dan Wortel

- Perhitungan nilai r

$$\begin{aligned}
 r &= \sqrt{R^2} \\
 &= \sqrt{0,9908} \\
 &= 0,995
 \end{aligned}$$

- Perhitungan nilai IC50

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{y-b}{a} \\
 &= \frac{50 - 1,3986}{0,0076} \\
 &= 6.394,92 \text{ (sangat lemah)}
 \end{aligned}$$

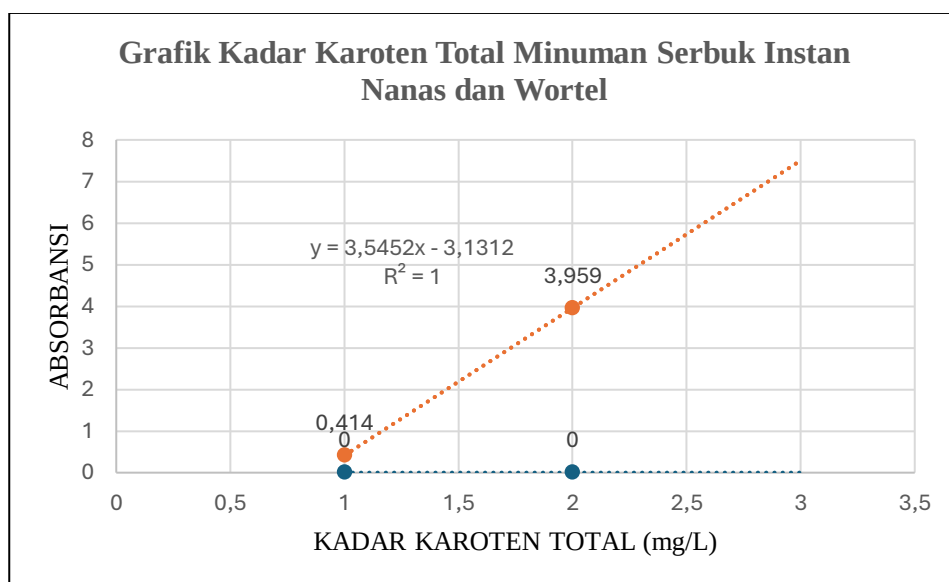
2. Kadar Karoten Total

Tabel 84. Hasil Analisis Kadar Karoten Total Pada Formula Optimal

Sampel	Absorbansi	Kadar (ppm)
F6 (Formula Optimal)	0,414	3,959 mg/L

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Karoten (ppm)} &= 2,3 \times \frac{A}{B \times K} \times \text{FP} \\
 &= 2,3 \times \frac{0,414}{1 \times 0,16632} \times 25 \\
 &= 3,959 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$



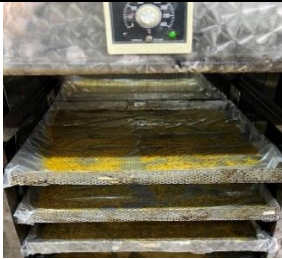
3. Organoleptik

Tabel 85. Hasil Uji Organoleptik Verifikasi Formula Optimal

Panelis	Warna	Aroma	Rasa
1	6	5	5
2	6	5	5
3	4	5	4
4	5	4	6
5	6	5	6
6	6	4	5
7	6	5	5
8	4	5	6
9	6	5	5
10	6	4	5
11	6	4	5
12	5	5	5
13	5	5	6
14	5	5	5
15	5	5	5
16	5	4	5
17	4	4	6
18	5	4	5
19	5	5	5
20	5	5	5
21	4	4	4
22	5	4	4
23	6	5	4
24	6	5	6
25	5	5	5
26	5	5	5
27	6	4	5
28	5	4	4
29	6	4	5
30	5	5	5
Jumlah	158	138	151,00
Rata-Rata	5,27	4,60	5,03

Lampiran 18. Dokumentasi

Tabel 86. Dokumentasi Proses Pembuatan Minuman Serbuk Nanas dan Wortel

Keterangan	Foto
Persiapan Alat-alat	
Persiapan Bahan Nanas dan Wortel	
Pencucian	
Pembuatan <i>Foam</i>	
Pencampuran	
Penebaran Dalam <i>Tray</i>	
Pengeringan	

Tabel 87. Dokumentasi Analisis Minuman Serbuk Nanas dan Wortel

Keterangan	Foto
Analisis Nilai pH	
Analisis Total Padatan Terlarut (TPT)	
Analisis Kadar Karotenoid	
Analisis Kadar Vitamin C	
Analisis Kadar Air	

Analisis Kadar Abu	
Analisis Aktivitas Antioksidan	
Analisis Rendemen	
Uji Waktu Larut	

Produk Minuman Serbuk yang telah dicairkan	
Uji Organoleptik	