

**OPTIMALISASI FORMULA MINUMAN OLAHAN JERUK NIPIS
(*Citrus aurantifolia*) MENGGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT*
METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Sarjana
Teknik Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

Inne Nurfalia

18.302.0043



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2023

**OPTIMALISASI FORMULA MINUMAN OLAHAN JERUK NIPIS
(*Citrus aurantifolia*) MENGGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT*
METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Sarjana
Teknik Program Studi Teknologi Pangan*



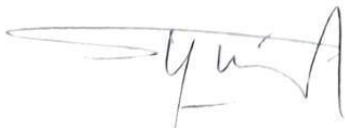
Oleh:

Inne Nurfalia

18.302.0043

Menyetujui :

Pembimbing I



(Dr. Syarif Assalam, S.T., M.T.)

Pembimbing II



(Ir.H. Thomas Gozali, MP)

**OPTIMALISASI FORMULA MINUMAN OLAHAN JERUK NIPIS
(*Citrus aurantifolia*) MENGGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT*
METODE *MIXTURE D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Sarjana
Teknik Program Studi Teknologi Pangan*



Oleh:

Inne Nurfalia

18.302.0043

Menyetujui :

Kordinator Tugas Akhir

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Yellianty'.

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“OPTIMALISASI FORMULA MINUMAN OLAHAN JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) MENGGUNAKAN PROGRAM *DESIGN EXPERT* METODE *MIXTURE D-OPTIMAL*”**. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada Rasulullah SAW. Penyusunan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat kelulusan pada Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.

Penulis menyadari, penyusunan Tugas Akhir ini masih ada kekurangan dan belum sempurna, mohon koreksi dan masukan untuk perbaikan Tugas Akhir. Dengan selesainya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Dr. Syarif Assalam, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis.
2. Ir.H. Thomas Gozali, MP selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis.
3. Ir. Sumartini, MP selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta saran kepada penulis.
4. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung.

5. Jaka Rukmana, S.T., M.T. selaku Sekertaris Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung.
6. Dr. Yellianty, S.Si., M.Si. selaku Koordinator Tugas Akhir, Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung.
7. Kedua orangtua, Bapak tercinta Agung Mulyana dan Mama tercinta Rosselyviana yang selalu menyelipkan doa yang terbaik untuk anaknya setiap waktu, memberikan perhatian, memberi semangat serta dukungan moril dan materil selama perkuliahan.
8. Kepada adik M. Febri Fauzan dan Amara Raisa Hana telah memberi doa dan dukungan kepada kakak.
9. Sahabat-sahabat saya tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan bantuan kepada penulis.
10. Seluruh staf dan karyawan Laboratorium Penelitian Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung.
11. Seluruh staf dan karyawan Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung.

Bandung, 16 Januari 2023

Inne Nurfalia

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Kerangka Pemikiran	5
1.6. Hipotesis Penelitian	8
1.7. Waktu dan Tempat Penelitian	9
II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Jeruk Nipis	10
2.1.1. Klasifikasi	11
2.1.2. Kandungan Kimia	11
2.1.3. Manfaat	13
2.2. Minuman Olahan	14
2.2.1. Sari Buah	15
2.3. Bahan Tambahan Pangan dalam Minuman Olahan Jeruk Nipis	18
2.3.1. Pemanis	19

2.3.2. Pengawet.....	23
2.4. <i>Design Expert Versi 13</i>	25
III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Bahan dan Alat	29
3.1.1. Bahan yang akan digunakan	29
3.1.2. Alat yang akan digunakan.....	29
3.2. Metode Penelitian	30
3.2.1. Penelitian Pendahuluan.....	30
3.2.2. Penelitian Utama	30
3.3. Prosedur Penelitian.....	37
3.3.1. Prosedur Penelitian Pendahuluan	37
3.3.2. Prosedur Penelitian Utama.....	43
3.4. Jadwal Penelitian.....	49
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan.....	50
4.1.1.pH	50
4.1.2.Formulasi Awal	51
4.2. Hasil Penelitian Utama	53
4.2.1.Hasil Respon Kimia.....	55
4.2.2.Hasil Respon Fisika	72
4.2.3.Hasil Respon Organoleptik	79
4.3. Formulasi Optimal	101
4.3.1.Penentuan Formula Optimal dengan Program <i>Design Expert Versi 13</i>	101
4.3.2.Verifikasi Formula Optimal.....	105
4.4. Perbandingan Formulasi Optimal dengan Produk Minuman Jeruk Nipis di Pasaran.....	107

V KESIMPULAN DAN SARAN	109
5.1. Kesimpulan.....	109
5.2. Saran	110
DAFTAR PUSTAKA	111
LAMPIRAN	117



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan gizi tiap 100 gram jeruk nipis	12
2. Syarat Mutu Minuman Sari Buah.....	17
3. Padatan Terlarut ($^{\circ}$ Brix) dan Keasaman untuk Minuman Sari Buah	18
4. Tingkat Kemanisan Jenis-Jenis Pemanis	20
5. Syarat Mutu Gula Pasir.....	21
6. Bahan Tambahan (Variabel Tetap)	31
7. Formulasi Minuman Olahan Jeruk Nipis.....	33
8. Tingkat Kepentingan (<i>Importance Grade</i>).....	34
9. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Hedonik Minuman Olahan Jeruk Nipis	37
10. Jadwal Penelitian	49
11. Formulasi Awal Minuman Olahan Jeruk Nipis	52
12. Formulasi yang Direkomendasikan Oleh Program <i>Design Expert</i>	54
13. Data Hasil Analisis Kadar Vitamin C.....	55
14. Data Hasil Analisis Kadar Gula Total	61
15. Data Hasil Analisis Nilai pH.....	67
16. Data Hasil Analisis Total Padatan Terlarut	73
17. Data Hasil Analisis Respon Organoleptik Terhadap Warna.....	80
18. Data Hasil Analisis Respon Organoleptik Terhadap Aroma	87
19. Data Hasil Analisis Respon Organoleptik Terhadap Rasa	93
20. <i>Goal</i> dan <i>Importance</i> untuk Tahapan Optimalisasi Formula Minuman Olahan Jeruk Nipis	102

21. Hasil Prediksi Formulasi Optimal Minuman Olahan Jeruk Nipis dari Program <i>Design Expert</i> Versi 13.....	104
22. Hasil Tahapan Verifikasi Setiap Respon	106
23. Perbandingan Formula Optimal dengan Sampel di Pasran	108
24. Kebutuhan Bahan Penelitian Pendahuluan Pembuatan Sari Jeruk Nipis	123
25. Kebutuhan Bahan Formulasi Awal Minuman Olahan Jeruk Nipis	123
26. Kebutuhan Bahan Formulasi 1 Minuman Olahan Jeruk Nipis	123
27. Kebutuhan Bahan Formulasi 2 Minuman Olahan Jeruk Nipis	123
28. Kebutuhan Bahan Formulasi 3 Minuman Olahan Jeruk Nipis	123
29. Kebutuhan Bahan Formulasi 4 Minuman Olahan Jeruk Nipis	124
30. Kebutuhan Bahan Formulasi 5 Minuman Olahan Jeruk Nipis	124
31. Kebutuhan Bahan Formulasi 6 Minuman Olahan Jeruk Nipis	124
32. Kebutuhan Bahan Formulasi 7 Minuman Olahan Jeruk Nipis	124
33. Kebutuhan Bahan Formulasi 8 Minuman Olahan Jeruk Nipis	124
34. Kebutuhan Bahan Formulasi 9 Minuman Olahan Jeruk Nipis	125
35. Kebutuhan Bahan Formulasi 10 Minuman Olahan Jeruk Nipis	125
36. Kebutuhan Bahan Formulasi Optimal Minuman Olahan Jeruk Nipis	125
37. Kebutuhan Sampel Untuk Analisis Sari Jeruk Nipis.....	126
38. Kebutuhan Sampel Untuk Analisis Formulasi Awal.....	126
39. Kebutuhan Sampel Untuk Analisis Penelitian Utama Setiap 1 Formulasi.....	126
40. Total Kebutuhan Sampel Untuk Analisis Penelitian Utama	126
41. Total Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama.....	127
42. Total Kebutuhan Bahan Minuman Olahan Jeruk Nipis.....	128

43. Total Analisis Minuman Olahan Jeruk Nipis.....	128
44. Total Peralatan Minuman Olahan Jeruk Nipis	128
45. Biaya Pembuatan Produk.....	128
46. Biaya Analisis	129
47. Total Biaya Penelitian.....	129
48. Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan Nilai pH.....	130
49. Data Hasil Analisis Kadar Vitamin C Sari Jeruk Nipis.....	130
50. Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan Kadar Vitamin C Sari Jeruk Nipis	130
51. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Ulangan I.....	131
52. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Ulangan II	131
53. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Ulangan III	132
54. Hasil Analisis Kadar Vitamin C.....	132
55. Data Hasil Analisis Kadar Vitamin C Formula Optimal.....	132
56. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Formula Optimal	133
57. Data Hasil Analisis Kadar Vitamin C Sampel di Pasaran	133
58. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Sampel di Pasaran	133
59. ANOVA Respon Kadar Vitamin C	134
60. <i>Fit Statistics</i> Respon Kadar Vitamin C.....	134
61. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Respon Kadar Vitamin C .	134
62. Hasil Analisis Kadar Gula Total Ulangan I.....	135
63. Hasil Analisis Kadar Gula Total Ulangan II.....	136
64. Hasil Analisis Kadar Gula Total Ulangan III.....	136
65. Hasil Analisis Kadar Gula Total	137

66. Data Hasil Analisis Kadar Gula Total Formula Optimal.....	137
67. Hasil Analisis Kadar Gula Total Formula Optimal.....	137
68. Data Hasil Analisis Kadar Gula Total Sampel di Pasaran.....	138
69. Hasil Analisis Kadar Gula Total Sampel di Pasaran.....	138
70. ANOVA Respon Kadar Gula Total.....	141
71. <i>Fit Statistics</i> Respon Kadar Gula Total.....	141
72. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Respon Kadar Gula Total.	141
73. Hasil Analisis pH Penelitian Pendahuluan.....	142
74. Hasil Analisis pH Penelitian Utama.....	142
75. Hasil Analisis pH Formula Optimal.....	142
76. Hasil Analisis pH Sampel di Pasaran.....	142
77. ANOVA Respon Nilai pH.....	143
78. <i>Fit Statistics</i> Respon Nilai pH.....	143
79. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Respon Nilai pH.....	143
80. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut.....	144
81. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut Formula Optimal.....	145
82. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut Sampel di Pasaran.....	145
83. ANOVA Respon Total Padatan Terlarut.....	146
84. <i>Fit Statistics</i> Respon Total Padatan Terlarut.....	146
85. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Respon Total Padatan Terlarut.....	146
86. Hasil Analisis Respon Organoleptik Warna.....	147
87. ANOVA Uji Hedonik Atribut Warna.....	148
88. <i>Fit Statistics</i> Uji Hedonik Atribut Warna.....	148

89. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Warna	148
90. Hasil Analisis Respon Organoleptik Aroma	149
91. ANOVA Uji Hedonik Atribut Aroma Model <i>Mean</i>	150
92. ANOVA Uji Hedonik Atribut Aroma Model <i>Quadratic</i>	150
93. <i>Fit Statistics</i> Uji Hedonik Atribut Aroma Model <i>Mean</i>	150
94. <i>Fit Statistics</i> Uji Hedonik Atribut Aroma Model <i>Quadratic</i>	151
95. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Aroma Model <i>Mean</i>	151
96. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Aroma Model <i>Quadratic</i>	151
97. Hasil Analisis Respon Organoleptik Rasa	152
98. ANOVA Uji Hedonik Atribut Rasa	153
99. <i>Fit Statistics</i> Uji Hedonik Atribut Rasa	153
100. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Rasa	153
101. Hasil Analisis Uji Organoleptik Formula Optimal.....	154
102. Penentuan <i>Goal</i> dan <i>Importance</i> Variabel Berubah Dan Respon	155
103. Rekomendasi Formula Optimal dari Program <i>Design Expert</i>	155
104. <i>Point Prediction</i> dari Program <i>Design Expert</i>	155
105. <i>Confirmation</i> dari Program <i>Design Expert</i>	156
106. Hasil Validasi Respon Formulasi Optimal dengan Nilai <i>Desirability</i> 0,852	156

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jeruk Nipis	10
2. Struktur Molekul Sukrosa.....	20
3. Gula Pasir	21
4. Struktur Molekul Trehalosa	23
5. Struktur Natrium Benzoat.....	24
6. Batas Atas dan Batas Bawah Bahan Baku Sari Jeruk Nipis dan Sukrosa	31
7. Laporan Input Data Formul Minuman Olahan Jeruk Nipis yang Akan Digunakan Dalam program <i>Design Expert</i> <i>Versi 13</i> metode <i>Mixture D-Optimal</i>	32
8. Satuan Analisis Respon Kimia, Fisika, dan Organoleptik yang Akan Diuji Terhadap Produk Minuman Olahan Jeruk Nipis	32
9. Formulasi Minuman Olahan Jeruk Nipis Beserta Respon yang Akan Diuji	33
10. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Prosedur Pembuatan Sari Jeruk Nipis	39
11. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Prosedur Pembuatan Minuman Olahan Jeruk Nipis	43
12. Diagram Alir Prosedur Penelitian Utama	47
13. Diagram Alir Penelitian Menggunakan <i>Design Expert</i> <i>Versi 13</i> Metode <i>Mixture D-optimal</i>	48
14. Batas Atas dan Batas Bawah Bahan Baku Sari Jeruk Nipis dan Sukrosa.....	52
15. Grafik Kenormalan <i>Internally Studentized Residuals</i> Hasil Pengujian Kadar Vitamin C.....	59
16. Grafik <i>Two Component Mix</i> Kadar Vitamin C	60

17.	Grafik Kenormalan <i>Internally Studentized Residuals</i> Hasil Pengujian Kadar Gula Total	64
18.	Grafik <i>Two Component Mix</i> Kadar Gula Total	65
19.	Grafik Kenormalan <i>Internally Studentized Residuals</i> Hasil Pengujian Nilai pH.....	70
20.	Grafik <i>Two Component Mix</i> Nilai pH	71
21.	Grafik Kenormalan <i>Internally Studentized Residuals</i> Hasil Pengujian Total Padatan Terlarut.....	77
22.	Grafik <i>Two Component Mix</i> Total Padatan Terlarut.....	78
23.	Grafik Kenormalan <i>Internally Studentized Residuals</i> Hasil Uji Hedonik Atribut Warna	84
24.	Grafik <i>Two Component Mix</i> Uji Hedonik Atribut Warna	85
25.	Grafik Kenormalan <i>Internally Studentized Residuals</i> Hasil Uji Hedonik Atribut Aroma.....	91
26.	Grafik <i>Two Component Mix</i> Uji Hedonik Atribut Aroma.....	92
27.	Grafik Kenormalan <i>Internally Studentized Residuals</i> Hasil Uji Hedonik Atribut Rasa	99
28.	Grafik <i>Two Component Mix</i> Uji Hedonik Atribut Rasa.....	100
29.	Grafik <i>Desirability</i> Minuman Olahan Jeruk Nipis.....	105
30.	Grafik <i>Desirability</i> Formula Optimal.....	156
31.	Pengujian Kadar Vitamin C	160
32.	Pengujian Kadar Gula Total	160
33.	Pengujian pH.....	160
34.	Pengujian Total Padatan Terlarut.....	161
35.	Pengujian Organoleptik	161
36.	Minuman Olahan Jeruk Nipis Formulasi 1-5	162
37.	Minuman Olahan Jeruk Nipis Formulasi 6-10	162

38. Minuman Olahan Jeruk Nipis Formulasi Optimal..... 162



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur Analisis Kimia.....	117
2. Prosedur Analisis Fisika.....	121
3. Formulir Uji Organoleptik (Hedonik).....	122
4. Kebutuhan Bahan Baku Setiap Formulasi	123
5. Kebutuhan Bahan Baku Untuk Analisis	126
6. Total Kebutuhan Bahan Baku dan Peralatan Penelitian	127
7. Biaya Penelitian.....	128
8. Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan	130
9. Hasil Analisis Respon Kimia.....	131
10. Hasil Analisis Respon Fisika.....	144
11. Hasil Analisis Respon Organoleptik	147
12. Pengoprasian Program <i>Design Expert Versi 13</i> Pada Tahap Verifikasi Formula Optimal	155
13. Dokumentasi Pembuatan Minuman Olahan Jeruk Nipis	157
14. Dokumentasi Analisis Respon Kimia, Fisika, dan Organoleptik	160
15. Dokumentasi Produk Minuman Olahan Jeruk Nipis	162

ABSTRAK

Jeruk nipis merupakan salah satu jenis buah-buahan dikenal dengan kandungan vitamin C yang tinggi dan mengandung senyawa kimia yang bermanfaat bagi tubuh. Sehingga jeruk nipis dapat diolah menjadi minuman. Minuman olahan merupakan minuman yang diolah dalam bentuk cair maupun serbuk yang tidak mengandung bahan tambahan pangan maupun mengandung bahan tambahan pangan baik alami maupun sintetik dan dikemas dalam kemasan siap saji. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formulasi yang optimal dalam pembuatan minuman olahan jeruk nipis menggunakan program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal*.

Penelitian ini dilakukan dua tahap yaitu, prosedur penelitian tahap pendahuluan adalah untuk mengetahui kadar vitamin C dan nilai pH dari sari jeruk nipis dan menentukan formulasi awal untuk menentukan batasan awal formula minuman olahan jeruk nipis serta pengujian pH pada formulasi awal untuk menentukan jenis pengawet yang akan digunakan. Sedangkan penelitian tahap utama yaitu untuk mengetahui formulasi optimal menggunakan program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal*, serta formulasi tersebut dilakukan analisis respon kimia yaitu penentuan kadar vitamin C, kadar gula total, dan nilai pH. Respon fisika yaitu total padatan terlarut. Respon organoleptik terhadap atribut warna, aroma, dan rasa.

Minuman olahan jeruk nipis terbuat dari sari jeruk nipis, sukrosa, air, trehalosa, dan natrium benzoate. Dari 10 formulasi yang direkomendasikan kemudian dihasilkan 1 formula optimal. Formulasi tersebut menghasilkan kadar vitamin C 28,49 mg/100g, kadar gula total 22,03%, pH 2,84, total padatan terlarut 21,18°Brix, warna dengan skor 4,97 (agak suka), aroma dengan skor 5,57 (suka), dan rasa dengan skor 5,17 (suka). Formula optimal produk minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan oleh program *Design Expert* Versi 13 memiliki nilai *desirability* 0,852.

Kata kunci : Minuman Olahan Jeruk Nipis, Sari jeruk Nipis, *Design Expert*, Optimasi Formula.

ABSTRACT

Lime is a type of fruit known for its high vitamin C content and contains chemical compounds that are beneficial to the body. So that lime can be processed into drinks. Processed drinks are drinks that are processed in liquid or powder form that do not contain food additives or contain food additives, both natural and synthetic, and are packaged in ready to drink packages. The purpose of this research is to determine the optimal formulation in the processed lime drink using the Design Expert Version 13 program with the Mixture D-Optimal method.

This research was carried out in two stages. The preliminary research procedure was to determine the vitamin C value and pH value of lime juice and determine the initial formulation to determine the initial limit of the lime processed drink formula and test the pH of the initial formulation to determine the type of preservative to be used. While the main stage of the research was to find out the optimal formulation using the Design Expert program Version 13 with the D-Optimal Mixture method. The responses in this research are chemical response (including vitamin C content, total sugar content, and pH value), the physical response of the total dissolved solids, and the Organoleptic response (including color, aroma, and taste).

The processed lime drink is made from lime juice, sucrose, water, trehalose, and sodium benzoate. Of the 10 recommended formulations, 1 optimal formula was produced. The formulation resulted in a vitamin C content of 28.49 mg/100g, a total sugar content of 22.03%, a pH of 2.84, a total dissolved solid of 21.18°Brix, a color score of 4.97 (rather like), aroma with a score of 5.57 (likes), and taste with a score of 5.17 (likes). The optimal formula for processed lime drink products produced by the Design Expert Version 13 program has a desirability value of 0.852.

Keywords: *Processed Lime Drink, Lime Juice, Design Expert, Optimization Formula.*

I PENDAHULUAN

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

1.1.Latar Belakang

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) merupakan salah satu jenis buah-buahan yang tumbuh subur di Indonesia karena pohonnya dapat tumbuh di hampir semua tipe tanah dan dapat berbuah secara terus menerus sepanjang tahun. Setiap pohon jeruk nipis dapat memproduksi sekitar 400 butir buah dan pada musim kemarau buah jeruk nipis akan muncul lebih lebat. Buah jeruk nipis yang matang dipohon warnanya akan berubah dari warna hijau menjadi berwarna kuning dan buah yang telah matang penuh akan jatuh ke tanah. Pemetikan buah jeruk nipis yang akan dipasarkan dalam bentuk buah yang segar, yaitu saat umur jeruk nipis sudah cukup tua dan berwarna hijau, akan tetapi kondisi buahnya menjelang proses masak penuh (Sarwono,2001).

Buah jeruk nipis dikenal dengan kandungan vitamin C yang tinggi. Selain mengandung vitamin C, jeruk nipis mengandung senyawa kimia yang bermanfaat bagi tubuh diantaranya yaitu asam sitrat, asam amino (triptofan, lisin), minyak atsiri (sitral, limonene, felandren, lemon kamfer, kadinen, gerani-lasetat, linalilasetat, aktilaldehid, nildehid), damar, glikosida, asam sitrun, lemak, kalsium, fosfor, besi, belerang, dan vitamin B1 (Endris,2020).

Masyarakat Indonesia biasanya memanfaatkan jeruk nipis sebagai bumbu masakan, obat-obatan, dan minuman. Minuman olahan jeruk nipis merupakan minuman yang terbuat dari sari buah jeruk nipis. Menurut SNI 01-3719-2014 : minuman sari buah merupakan minuman yang diperoleh dari sari buah atau campuran sari buah yang tidak difermentasi dengan mencampurkan air minum, dengan atau tanpa penambahan gula, bahan pangan lainnya, dan bahan tambahan pangan yang di izinkan.

Pada umumnya minuman jeruk nipis dibuat dengan cara mengambil perasan sari jeruk nipis kemudian ditambahkan air dan gula. Namun di dalam dunia industri pangan minuman olahan yang terbuat dari sari buah biasanya ditambahkan dengan bahan tambahan pangan seperti pemanis dan pengawet. Pada pembuatan minuman olahan jeruk nipis pemanis yang digunakan yaitu sukrosa dan trehalosa. Sedangkan pengawet yang digunakan yaitu natrium benzoat.

Sukrosa dikenal sebagai gula dapur, memiliki tingkat kemanisan 100%. Sedangkan trehalosa merupakan disakarida yang terdiri dari dua unit ikatan glukosa α -1,1 dan ikatan glikosida (*α -d-glucopyranosyl- α -d-glucopyranoside*). Trehlosa memiliki tingkat kemanisan 45% sukrosa (Higashiyama,2002).

Natrium benzoat merupakan kristal atau serbuk yang berwarna putih, berbau atau hampir tidak berbau, dan stabil di udara. Penggunaan natrium benzoat biasanya digunakan dalam bentuk garamnya yaitu Natrium benzoat (C_6H_5COONa) karena asam benzoat kurang kelarutannya dalam air dibandingkan dalam bentuk garamnya (Yuwono dan Waziroh,2019).

Optimalisasi formula yaitu sebuah metode yang digunakan untuk mendapatkan suatu formula, sehingga dihasilkan respon yang optimal sesuai target optimasi yang diinginkan (Wahyudi, 2012). Penentuan optimalisasi formula dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya yaitu metode simplex dengan pemrograman linier menggunakan *software* lindo, fasilitas *solver* pada Microsoft Excel, dan *Design Expert* (Wulandari,2016).

Design Expert digunakan sebagai optimalisasi proses. Terdapat beberapa pilihan desain yang tersedia di dalam program *Design Expert* yang memiliki fungsi berbeda-beda, salah satunya yaitu *Mixture Design* yang berfungsi untuk menentukan formulasi optimal (Bas dan Boyaci,2007). Kelebihan *Mixture Design* dibandingkan dengan program optimasi yang lainnya yaitu dapat menampilkan formula secara otomatis yang sesuai dengan batasan-batasan yang telah ditentukan, sehingga dapat mempermudah peneliti dalam proses pembuatan formula optimal (Borhan *et al.*, 2014).

Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukan optimalisasi formula minuman olahan jeruk nipis untuk meningkatkan kualitas produk minuman yang dihasilkan baik secara organoleptik yang meliputi warna, aroma, dan rasa maupun secara kimia berupa mempertahankan nilai gizi yang terdapat di dalam jeruk nipis. Penelitian ini menggunakan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* yang berfungsi untuk mengoptimalkan proses atau produk. Kemudian menggunakan metode *Mixture D-Optimal* untuk mengoptimalkan formulasi produk minuman olahan jeruk nipis.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang penelitian di atas, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi yaitu bagaimana formulasi optimal minuman olahan jeruk nipis yang ditentukan oleh program *Design ExpertVersi 13* metode *Mixture D-Optimal*?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan formulasi minuman olahan jeruk nipis yang optimal dengan program *Design ExpertVersi 13* metode *Mixture D-Optimal*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formulasi yang optimal dalam pembuatan minuman olahan jeruk nipis menggunakan program *Design ExpertVersi 13* metode *Mixture D-Optimal*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Menambah ilmu pengetahuan dan mengetahui cara penggunaan program *Design ExpertVersi 13* metode *Mixture D-Optimal* dalam menentukan formulasi optimal minuman olahan jeruk nipis.
2. Mengetahui formulasi minuman olahan jeruk nipis yang optimal dan disukai oleh masyarakat.
3. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai pengolahan minuman jeruk nipis.
4. Meningkatkan usaha dari produksi minuman olahan jeruk nipis.

5. Meningkatkan wawasan peneliti mengenai minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan.

1.5.Kerangka Pemikiran

Minuman olahan merupakan minuman yang diolah dalam bentuk cair maupun serbuk yang tidak mengandung bahan tambahan pangan maupun mengandung bahan tambahan pangan baik alami maupun sintetik dan dikemas dalam kemasan siap saji (Triana, 2014).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wulandari (2021), pada pembuatan minuman sari buah pedada menyebutkan bahwa penambahan natrium benzoat sebesar 0,04% mengandung protein 2,15%, karbohidrat 70,61%, kadar air 21,71%, kadar serat 0,08%, kadar lemak 3,36%, kadar abu 2,16 %, dan pH 1,66 kategori asam. Pada pembuatan sirup mangga yang diberi tambahan pengawet natrium benzoat sebanyak 0,5 gram memiliki kadar vitamin C tertinggi yaitu sebesar 6,69 mg/ml. Sedangkan sirup manga yang tidak ditambahkan pengawet natrium benzoat mengalami penurunan kadar vitamin C dari 3,87 mg/ml menjadi 1,45 mg/ml (Masriatni,2016).

Berdasarkan hasil penelitan pada proses pembuatan minuman sari nanas menyebutkan bahwa penambahan konsentrasi natrium benzoat terbaik yaitu sebanyak 0,06% dengan lama waktu penyimpanan 10 hari, memiliki pH 3,59, uji organoleptik warna 3,16 (cukup suka), aroma 3,86 (suka), rasa 3,66 (cukup suka), total asam 0,36%, total padatan terlarut 21,87% dan total mikroba $3,4 \times 10^3$ koloni/ml (Nurman 2018).

Sukandar (2014), melakukan penelitian mengenai pengujian aktivitas antioksidan dan mutu sensori formulasi minuman fungsional sawo-kayu manis, hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa produk paling disukai panelis berdasarkan hasil penelitian uji organoleptik yaitu formula 561 (Komposisi per 100 ml : sari sawo 45 ml ekstra kayu manis 35% (b/b), larutan Na-Benzoesat 15 ppm, dan jeruk nipis 4 ml). Hasil analisis formulasi minuman fungsional tersebut memiliki kadar vitamin C 70,4 mg/100 ml, kadar air 88,32 % (b/b), pH 3,94, dan total padatan terlarut 10%.

Hasil penelitian Trihaditia (2018), pada penentuan nilai optimasi dari karakteristik organoleptik aroma dan rasa produk teh rambut jagung dengan penambahan jeruk nipis dan madu menunjukkan bahwa, sampel formulasi terbaik terdapat pada sampel formulasi 7 (madu 15% dan jeruk nipis 3%) dan formulasi 8 (konsentrasi madu 15% dan konsentrasi jeruk nipis 5%). Formulasi terbaik ini ditunjukkan berdasarkan hasil dari nilai optimasi terbaik berdasarkan warna, aroma, dan rasa.

Aini (2012), melakukan penelitian karakteristik sari buah bligo dengan penambahan sukrosa pada suhu pasteurisasi yang berbeda, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa 9% memiliki nilai organoleptik rasa tertinggi yang disukai oleh panelis. Sedangkan pada proses pasteurisasi, perlakuan terbaik dengan kadar vitamin C (60,167 mg Vit.C/100 ml bahan) tertinggi yaitu pada suhu pasteurisasi 70°C selama 15 menit.

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pemerosesan tekanan tinggi dan penambahan trehalosa terhadap sifat fungsional jus mandarin yang diperkaya dengan mikroorganisme probiotik, menunjukkan bahwa penambahan trehalosa 0, 100, dan 300 g/kg berpengaruh nyata terhadap nilai brix, pH, dan keasamaan. Pada penyimpanan jus selama 10 hari dengan penambahan 300 g/Kg trehalosa dapat menurunkan tingkat pertumbuhan mikroorganisme dengan nilai 3,5 CFU/ml. Trehalosa dapat mempertahankan kekeruhan jus dan dapat meningkatkan viskositas jus (Betoret *et al*, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh penambahan trehalosa terhadap aktivitas antioksidan, warna, dan tekstur jelly jeruk selama penyimpanan, menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan jelly jeruk tanpa penambahan sukrosa memiliki nilai 522,38 nmol TE/100 g sedangkan jelly jeruk dengan penambahan trehalosa memiliki nilai aktivitas antioksidan 579,97 nmol TE/100g. Pada pembuatan jelly jeruk dengan penambahan trehalosa memiliki nilai warna 35,56 (Kopjar *et al*, 2016).

Hasil penelitian Wulandari (2016), pada optimalisasi formula miuman fungsional *black mulberry* (*Morus nigra.L*) dengan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* terhadap sifat kimia, fisika, dan organoleptik. Formulasi optimal yang dihasilkan oleh *Design Expert* dengan variabel berubah yaitu buah black mulberry 49,193%, air 42,228%, dan gula stevia 4,579%, Variabel tetap yaitu natrium benzoat 1000ppm 0,5%, asam sitrat 0,1% yaitu 1,5%, pektin 1% dan garam dapur 0,1M 1%. Serta prediksi viskositas 0,01107, pH 3,19, organoleptik dalam atribut warna dengan skor 4,47 (agak kuat) , rasa dengan skor 4,29 (agak kuat), aroma

dengan skor 3,98 (agak tidak kuat), kekentalan dengan skor 4,54 (agak kuat) dan desirability 1,000. Sedangkan Hasil analisis laboratorium formulasi optimal terhadap viskositas yaitu 0,0081kg/m.s, pH yaitu 3,22, organoleptik dalam atribut warna yaitu dengan skor 5,1 (Suka), rasa yaitu dengan skor 4,43 (Agak Suka), dan atribut aroma yaitu dengan skor 4,17 (Agak Suka). Hasil analisis laboratorium mendekati prediksi program *Design Expert*.

Ulfah (2017), mengatakan bahwa program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* dapat mengoptimalkan formulasi minuman *jelly* lidah buaya dan daun *black mulberry* dengan karakteristik respon yang telah sesuai dengan standar produk sejenisnya. Terdapat 11 formulasi produk yang berpengaruh terhadap respon dan diperoleh satu formulasi optimal yang telah diprediksi oleh program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* yang memiliki nilai ketepatan (*desirability*) 0,699 dengan hasil analisis kadar air 80,44%, kadar vitamin C 13,14 mg/100g, pH 5,1, viskositas 270 mpas, sineresis 6,78%, uji hedonik atribut warna 3,45, atribut aroma 3,32, atribut rasa 3,72, dan atribut tekstur 4,2.

1.6.Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat diperoleh suatu hipotesis yaitu diduga bahwa penggunaan program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal* dapat menentukan formulasi optimal minuman olahan jeruk nipis.

1.7. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2022 – Desember 2022 dan bertempat di Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Jalan Dr.Setiabudhi No.193, Bandung.



II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Jeruk Nipis, (2) Minuman Olahan, (3) Bahan Tambahan Pangan Minuman Olahan Jeruk Nipis, (4) *Design Expert Versi* 13.

2.1. Jeruk Nipis

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dikenal dengan sinonim *Limonia aurantifolia*, *Citrus notissima*, *Citrus javanica*. Dalam nama lokal jeruk nipis dikenal sebagai jeruk pecel atau jeruk asam (Jawa), jeruk dhurga (Madura), dan limau asam (Sunda). Jeruk nipis lokal mempunyai ciri fisik yaitu pohon jeruk nipis berukuran kecil, terdapat duri-duri tajam pada batangnya dan memiliki banyak cabang-cabang kecil. Daunnya berbentuk bulat memanjang seperti telur yang panjangnya sekitar 4-6 cm, daunnya bertekstur agak kaku, tepi daun melengkung ke atas, dan tangkai daun yang kecil. Bunga jeruk nipis berwarna putih dan berbau harum. Buah jeruk nipis berbentuk agak bulat dan ujung buahnya sedikit menguncup. Jeruk nipis yang masih muda berwarna hijau dan semakin tua umur jeruk nipis maka warnanya akan semakin hijau muda hingga kekuningan (Muhlisah,2007).



Gambar 1. Jeruk Nipis

Produktivitas jeruk nipis sangat bergantung pada umur, kondisi tanaman, keadaan iklim, kesuburan tanah, dan pemeliharaan tanaman. Di Indonesia jeruk nipis bisa berbunga dan berbuah secara serentak dan bisa berlangsung sepanjang tahun. Perkembangan jeruk nipis di mulai dari awal muncul bunga hingga buah siap panen memerlukan waktu 5- 6 bulan. Buah yang matang di pohon akan berubah warna dari hijau menjadi kuning, setelah buah matang penuh maka jeruk akan jatuh ke tanah (Sarwono,2001).

2.1.1. Klasifikasi

Menurut (Van Steenis 1987 dalam Ramadhianto, 2017), berdasarkan taksonomi tanaman jeruk nipis memiliki klasifikasi sebagai berikut :



Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rutales
Famili : Rutaceae
Genus : Citrus
Spesies : *Citrus aurantifolia*

2.1.2. Kandungan Kimia

Jeruk nipis dikenal dengan buah yang banyak mengandung vitamin C yaitu 29,1 mg dalam 100 gram jeruk nipis. Selain itu jeruk nipis juga mengandung senyawa aktif yang dapat bermanfaat bagi kesehatan seperti flavonoid, serat,

limonene, asam sitrat dan asam askorbat (Vitamin C) (Puspaningtyas,2013).

Kandungan gizi buah jeruk nipis secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi tiap 100 gram jeruk nipis

Komponen Zat Gizi	Kadar
Air	88,26 gram
Energi	30 kkal
Protein	0,7 gram
Lemak	0,2 gram
Karbohidrat	10,54 gram
Serat	2,8 gram
Kalsium	33 mg
Fosfor	18 mg
Besi	0,6 mg
Karoten Total	4 mcg
Tiamin	0,03 mg
Vitamin C	29,1mg

(Sumber : Tabel Komposisi Pangan (Buah) Indonesia, 2008).

Flavonoid merupakan senyawa polifenol dengan aktivitas antioksidan potensial melalui beberapa kapasitas pereduksi. Flavonoid termasuk kedalam kelompok antioksidan yang terdiri dari flavonol, flavanol, antosianin, isoflavonoid, flavonon, dan flavon (Sunarti,2021). Flavonoid banyak ditemukan pada jenis sayur-sayuran dan buah-buahan, salah satunya terdapat pada jeruk nipis. Flavonoid yang terdapat di dalam jeruk nipis yaitu hesperidin, tangeretin, naringin, eriocitrin, dan eriocitroside (Anna,2012).

Limonene termasuk kedalam golongan monoterpen yang terbentuk dari dua unit senyawa isoprene yang dihasilkan oleh tumbuhan dari marga *Citrus*. Salah satu jenis *Citrus* yang diketahui mengandung banyak *limonene* yang memiliki manfaat sebagai obat yaitu jeruk nipis. Terdapat 2 macam *limonene* yang terdapat di alam diantaranya *l-limonene* yang memiliki aroma seperti turpentine dan *d-limonene* yang beraroma jeruk. Limonene dapat diperoleh

dengan cara mengekstrak minyak jeruk dari kulit dan buah jeruk. Pada umumnya di dunia industri, *limonene* digunakan sebagai perasa dan aroma dalam makanan, wangi-wangian dalam parfum, dan sebagai pelarut dalam industri cat (Ismanto dan Wilianto, 2010).

Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang dapat ditemukan pada buah dan daun dari marga *Citrus*. Pada biokimia, asam sitrat dikenal sebagai senyawa yang berperan penting dalam metabolisme makhluk hidup. Asam sitrat selain digunakan sebagai penambah rasa masam pada minuman ringan atau makanan, dapat digunakan sebagai bahan pengawet alami, dan berperan sebagai antioksidan. Konsentrasi asam sitrat yang tinggi dapat mencapai 8% dari bobot kering yang dapat ditemukan dalam jeruk nipis dan jeruk purut (Yusnita,2020).

Jeruk nipis mengandung vitamin C atau asam askorbat. Vitamin C merupakan vitamin yang dapat larut di dalam air. Vitamin C merupakan vitamin yang mudah rusak yang dapat diakibatkan dari pemanasan yang terlalu lama. Selain itu vitamin C mudah teroksidasi dan proses oksidasi dapat dipercepat dengan adanya panas, alkali, sinar, oksidator, enzim, oleh katalis tembaga dan besi (Ibrahim,2021).

2.1.3. Manfaat

Menurut (Puspaningtyas, 2013), manfaat komponen zat gizi jeruk nipis bagi tubuh, yaitu :

1. Limonene pada jeruk nipis bermanfaat untuk mencegah dan mengobati kanker, GERD, dan peluruhan batu empedu.

2. Flavonoid bermanfaat untuk mencegah kerusakan sel pembuluh darah, menurunkan kadar LDL (asam lemak jahat) dan dapat meningkatkan kadar HDL (asam lemak baik) yang bermanfaat untuk mencegah penyakit pembuluh darah dan jantung.
3. Serat bermanfaat untuk menjaga kesehatan pencernaan, menurunkan resiko penyakit jantung, mencegah kanker usus dengan cara melindungi usus besar dengan mengurangi waktu terkena racun dan mengikat bahan kimia penyebab kanker usus besar.
4. Vitamin C bermanfaat untuk meningkatkan imunitas tubuh dan menurunkan resiko penyakit jantung. Setiap 100 gram jeruk nipis dapat memenuhi kebutuhan vitamin C tubuh sebanyak 48%.
5. Asam sitrat bermanfaat untuk mencegah batu ginjal dengan cara meluruhkan batu dan membuangnya melalui urine yang dikeluarkan oleh tubuh.

2.2.Minuman Olahan

Minuman olahan termasuk kedalam pangan olahan. Berdasarkan Permenkes No.30 Tahun 2013, pangan olahan merupakan makanan atau minuman yang merupakan hasil dari pemerosesan dengan cara atau metode tertentu dengan atau tanpa bahan tambahan termasuk pangan olahan tertentu, bahan tambahan pangan, pangan iradiasi, dan pangan produk rekayasa genetika.

Pangan olahan terbagi kedalam dua kataegori yaitu pangan olahan siap saji dan pangan olahan tidak siap saji. Pangan olahan siap saji merupakan makanan atau minuman yang sudah diolah dan siap langsung disajikan di tempat usaha maupun diluar tempat usaha yang disesuaikan dengan permintaan konsumen.

Contoh minumanan siap saji yaitu minuman cair dalam kemasan (botol plastik, botol kaca, dan kemasan kaleng). Sedangkan pangan olahan tidak siap saji merupakan makanan atau minuman yang telah melalui proses pengolahan, tetapi masih diperlukan proses pengolahan lebih lanjut agar dapat dikonsumsi. Contoh minuman tidak siap saji yaitu minuman serbuk instan.

Bahan baku yang dapat digunakan untuk membuat minuman olahan bisa berasal dari buah-buahan seperti buah jeruk nipis. Buah jeruk nipis ini akan diambil sari buahnya kemudian dilakukan pemerosesan lebih lanjut sehingga dihasilkan produk akhir berupa minuman siap saji.

2.2.1. Sari Buah

Sari buah merupakan cairan yang diperoleh dari bagian buah yang dapat dimakan. Pengolahan sari buah ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu pencucian, penghancuran, penyaringan, dilakukan atau tanpa pasteurisasi, dan dikemas sehingga dapat dikonsumsi secara langsung. Sari buah dapat berisi hancuran buah yang memiliki kenampkan cairan yang jernih atau keruh (Afrianti dkk, 2014 dalam Murningsih,2019).

Pemerosesan sari buah menggunakan proses pasteurisasi bertujuan untuk membunuh mikroba yang dapat menyebabkan fermentasi dan untuk menginaktivasi enzim. Setelah melalui proses pasteurisasi sari buah dimasukkan kedalam botol yang sudah disterilkan, kemudian botol ditutup rapat dan dilakukan pasteurisasi kembali. Untuk memperpanjang umur simpan sari buah biasanya

digunakan bahan tambahan pangan seperti pengawet (Potter dan Hotchkins,1995 dalam Maruzar,2011).

Menurut Retno dan Murdijati (2013), pada prinsipnya dikenal 2 macam sari buah, yaitu :

1. Sari buah encer

Sari buah encer dapat langsung dikonsumsi dan diperoleh dari hasil pengepresan daging buah, kemudian ditambahkan air dan gula.

2. Sari buah pekat (sirup)

Sari buah pekat (sirup) merupakan cairan yang diperoleh dari pengepresan daging buah, kemudian dilakukan proses pemekatan (dilakukan dengan cara pendidihan biasa maupun dengan cara penguapan hampa udara, dan lain-lain). Sirup tidak dapat dikonsumsi secara langsung melainkan harus diencerkan terlebih dahulu menggunakan air kemudian siap untuk dikonsumsi.

Standar Nasional Indonesia digunakan sebagai acuan untuk menentukan syarat mutu sari buah. SNI 3719:2014 mengenai syarat mutu minuman sari buah disajikan pada Tabel 2 dan mengenai padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix) dan keasaman untuk minuman sari buah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Syarat Mutu Minuman Sari Buah

No	Kriteriauji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	1. Bau	-	khas,normal
	2. Rasa	-	khas,normal
	3. Warna	-	khas,normal
2	Padatanterlarut	°Brix	SesuaiTabel3
3	Keasaman	%	SesuaiTabel3
4	Cemaranlogam		
	1. Timbal(Pb)	mg/kg	maks.0,2
	2. Kadmium(Cd)	mg/kg	maks.0,2
	3. Timah(Sn)	mg/kg	maks.40,0/maks.250*
	4. Merkuri(Hg)	mg/kg	maks.0,03
5	Cemaranarsen(As)	mg/kg	maks.0,1
6	Cemaranmikroba		
	1. Angkalempengttotal	koloni/mL	maks.1 x10 ⁴
	2. Koliform	koloni/mL	maks.20
	3. <i>Escherichiacoli</i>	APM/mL	<3
	4. <i>Salmonellasp.</i>	-	negatif/25mL
	5. <i>Staphylococcus aureus</i>	-	negatif/mL
	6. Kapangdankhamir	koloni/m L	maks.1x 10 ²
CATATAN: *untukprodukpanyangdikemasdalamkaleng			

(Sumber : BSN,2014)

Tabel 3. Padatan Terlarut (°Brix) dan Keasaman untuk Minuman Sari Buah

No	JenisBuah	Padatan Terlarut(°Brix)	Keasaman* (%)
1	Anggur (<i>Vitisvinifera</i>)	Min.12,0	Min.0,25
2	Apel (<i>Pyrusmalus</i>)	Min.10,5	Min.0,30**
3	Asam (<i>Tamarindusindica</i>)	Min.13,0	Min.0,3
4	Delima (<i>Punicagranatum</i>)	Min.12,0	Min.0,24
5	JambuBijiMerah (<i>Psidiumguajavavar.PinkGuava</i>)	Min.8,5	Min.0,2
6	Jeruk (<i>Citrussinensis</i>)	Min.11,2	Min.0,35
7	Leci (<i>Litchichinensis</i>)	Min.10,0	Min.0,15
8	Mangga (<i>Mangiferaindica</i>)	Min.11,0	Min.0,20
9	Markisa (<i>Pasifloraedulis</i>)	Min.11,0	Min.0,19
10	Melon (<i>CucumismeloL.</i>)	Min.12,0	Min.0,15
11	Nanas (<i>Ananascomosus</i>)	Min.10,0	Min.0,6
12	Sirsak (<i>AnnonamuricataL.</i>)	Min.12,0	Min.0,45
13	Strawberi (<i>Fragariax.Ananassa</i>)	Min.7,5	Min.0,2
14	Mengkudu (<i>Morindacitrifolia</i>)	Min.16,0	Min.0,9
<p>CATATAN</p> <p>*)nilaikeasamanberasal dari saribuah dandapat ditam bahkanasidulan</p> <p>***)sebagai asam malat</p> <p>****)sebagai asam tartarat</p>			

(Sumber : BSN 2014)

2.3. Bahan Tambahan Pangan dalam Minuman Olahan Jeruk Nipis

Bahan tambahan pangan merupakan bahan yang sengaja ditambahkan pada makanan maupun minuman selama proses produksi, pengemasan, dan penyimpanan. Penambahan bahan tambahan pangan berfungsi untuk mempengaruhi sifat atau bentuk bahan pangan seperti bahan pengawet, penyedap

rasa, pewarna, anti gumpal, pengental, dan pemucat (Efendi,2015). Dalam pembuatan minuman olahan jeruk nipis digunakan bahan tambahan pangan yaitu pemanis dan pengawet.

2.3.1. Pemanis

Pemanis merupakan senyawa kimia yang memiliki rasa manis dan biasa digunakan dalam pengolahan produk pangan. Pemanis dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu pemanis alami dan pemanis sintetis (buatan). Pemanis alami yaitu pemanis yang berasal dari bahan alam yang dihasilkan dari suatu proses ekstraksi tanpa adanya perubahan kimia selama pemrosesan. Tanaman penghasil pemanis yaitu tebu dan bit. Contoh pemanis alami seperti sukrosa, trehalosa, laktosa, maltosa, galaktosa, D-Glukosa, D-Fruktosa, Sorbitol, Manitol, dan gliserol. Pemanis sintetis yaitu pemanis yang bukan diperoleh dari bahan alam melainkan diproses secara kimia dan tidak memiliki nilai gizi. Contoh pemanis sintetis yaitu sakarin, siklamat, aspartam, dulsin, sorbitol sintesis, dan nitro-propoksi-anilin (Cahyadi,2009). Jenis-jenis pemanis tersebut memiliki tingkat kemanisan yang berbeda. Daftar tingkat kemanisan jenis-jenis pemanis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat Kemanisan Jenis-Jenis Pemanis

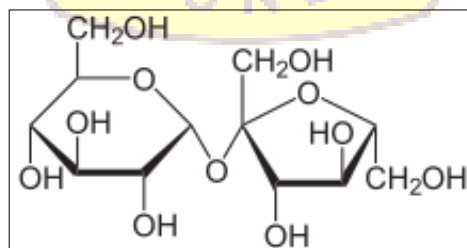
Pemanis	Tingkat Kemanisan
Sakarin	30000
Siklamat	3000
Fruktosa	114
Sukrosa	100
Gula Invert	95
Glukosa	69
Sorbitol	51
Maltosa	40
Laktosa	49

(Sumber : Buckle,1987)

Pada pembuatan minuman olahan jeruk nipis, pemanis yang ditambahkan yaitu sukrosa (gula pasir) dan trehalosa.

2.3.1.1. Sukrosa

Sukrosa merupakan suatu disakarida yang terbentuk dari monomer-monomer yang berupa glukosa dan fruktosa yang mempunyai rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$ dan berat molekul 342,30 g/mol. Sukrosa terkandung didalam bit, tebu, dan buah-buahan (Estiasih,2016). Struktur molekul sukrosa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Molekul Sukrosa

Pada industri pangan sukrosa biasa digunakan dalam bentuk kristal kasar maupun halus dan apabila diperlukan dalam jumlah yang banyak digunakan dalam bentuk cairan sukrosa (sirup) (Winarno,1992). Dalam pengolahan makanan

maupun minuman, fungsi penambahan sukrosa yaitu untuk memberikan cita rasa manis, sebagai pengawet, memperbaiki aroma, dan memperbaiki sifat kimia dan fisik (Alsuhendar dan Ridawati,2013). Syarat mutu gula pasir dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 3. Gula Pasir

Tabel 5. Syarat Mutu Gula Pasir

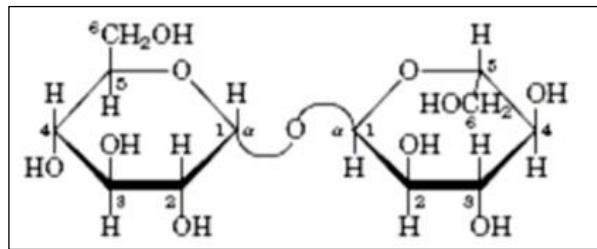
Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
		GKP 1	GKP 2
Warna :			
- Warna Kristal	CT	40 – 7,5	7,6 – 10,0
- Warna Larutan (ICUMSA)	IU	81 - 200	201 - 300
Besar Jenis butir	mm	0,8 - 1,2	0,8 – 1,2
Susut pengeringan (b/b)	%	maks 0,1	maks 0,1
Polarisasi (Z,20°C)	”Z”	min 99,6	min 99,5
Abu konduktiviti (b/b)	%	maks 0,10	maks 0,15
Bahan tambahan pangan			
- Belerang dioksida (SO ₂)	mg/kg	maks 30	maks 30
Cemaraan logam			
- Timbal (Pb)	mg/kg	maks 2	maks 2
- Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 2	maks 2
- Arsen (As)	mg/kg	maks 1	maks 1

(Sumber : BSN,2010)

2.3.1.2. Trehalosa

Trehalosa merupakan disakarida yang tersebar luas di alam. Trehalosa yang terdapat di alam dapat ditemukan pada tumbuhan, mikroorganisme, dan hewan. Pada tumbuhan, trehalosa dapat ditemui pada biji bunga matahari, ganggang laut, dan lumut selaginella. Pada hewan, trehalosa dapat ditemui pada udang dan serangga (lebah, belalang, dan kupu-kupu) dimana gula darahnya adalah trehalosa. Trehalosa yang terdapat pada serangga akan dipecah menjadi glukosa oleh enzim katabolik trehalase untuk digunakan. Sedangkan pada family jamur (maitake, shitake, nameko) mengandung trehalosa sebesar 1% sampai 17% dalam bentuk berat kering (Yunianto dkk, 2021).

Trehalosa terdiri dari dua unit ikatan glukosa α -1,1 dan ikatan glikosida (α -d-glucopyranosyl- α -d-glucopyranoside). Trehalosa berwarna putih, tidak berbau, dan memiliki tingkat kemanisan 45% sukrosa (Yuwono,2019). Trehalosa adalah salah satu disakarida yang paling stabil. Ketika 4% trehalosa dipansakan pada suhu 100°C selama 24 jam dengan pH 3,5 - 10 tidak akan terdegradasi. Karena trehalosa merupakan gula non preduksi sehingga tidak akan terjadi reaksi maillard dengan senyawa amino seperti asam amino atau protein. Trehalosa memiliki rasa manis yang baik seperti sukrosa sehingga dalam industri pangan digunakan sebagai pemanis (Higashiyama,2002).



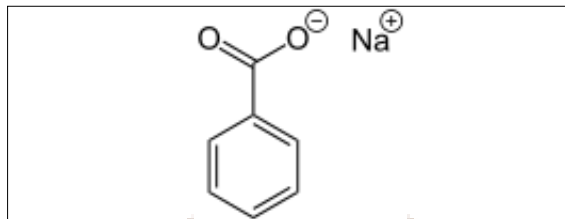
Gambar 4. Struktur Molekul Trehalosa

2.3.2. Pengawet

Pengawet merupakan bahan kimia yang dengan sengaja ditambahkan kedalam olahan produk pangan, tujuannya yaitu untuk mencegah tumbuhnya jamur atau bakteri. Dengan adanya penambahan pengawet maka umur simpan suatu produk makanan dan minuman akan lebih lama dan dapat mempertahankan nilai mutu produk. Pengawet biasanya ditambahkan kedalam produk pangan yang memiliki kadar air yang tinggi dan mengandung zat gizi, misalnya produk daging dan produk minuman dalam kemasan seperti minuman sari buah (Retno dan Murdijati,2013).

Bahan pengawet yang diizinkan oleh Ditjen POM yaitu benzoat, peroksida, asam propionat, asam sorbat, dan asam asetat (cuka). Penggunaan pengawet yang ditambahkan kedalam produk makanan ataupun minuman harus sesuai dengan aturan dosis penggunaan pengawet yang dianjurkan oleh Ditjen POM. Jika penggunaan pengawet tidak mengikutin aturan yang ditetapkan, maka dikhawatirkan akan membahayakan kesehatan konsumen (Retno dan Murdijati,2013). Pada pembuatan minuman olahan jeruk nipis pengawet yang ditambahkan yaitu natrium benzoat.

Natrium benzoat merupakan senyawa kimia yang memiliki rumus kimia C_7H_5Na , berat molekul sebesar $144,11 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, mudah larut dalam air, dan mudah larut dalam alkohol. Natrium benzoat memiliki sifat tidak berbau, berwarna putih, berbentuk bubuk Kristal, dan memiliki rasa agak manis (Lingke *et al*, 2018). Gambar struktur kimia natrium benzoat disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Struktur Natrium Benzoat

Penggunaan natrium benzoat sebagai pengawet akan lebih efektif apabila digunakan pada makanan maupun minuman yang bersifat asam seperti salad dressing, saus tomat, bumbu, acar, jelly, manisan, minuman sari buah, minuman bersoda, dan lain-lain (Praja, 2015).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 722/Menkes/Per/IX/1988 dan No. 1168/Menkes/Per/X/1999, batas maksimum penggunaan natrium benzoat yaitu sebesar 0,1% atau 1 gram natrium benzoat dalam 1 kg bahan makanan. Sedangkan menurut Peraturan BPOM No. 36 Tahun 2013, batasan asupan harian yang dapat diterima atau *Acceptable Daily Intake* (ADI) penggunaan natrium benzoate yaitu sebesar 0-5 mg/kg berat badan (Peraturan BPOM,2013).

Mekanisme natrium benzoat sebagai pengawet yaitu berdasarkan permeabilitas membran sel mikroba terhadap molekul-molekul asam benzoat yang tidak terdisosiasi. Sel mikroba memiliki pH cairan sel yang selalu netral. Apabila

sel mikroba menjadi asam/basa, maka organ-organ sel mikroba akan terganggu sehingga dapat menghambat metabolisme dan sebagian sel mikroba akan mati (Khurniyati dkk, 2015).

Sari buah yang memiliki tingkat keasaman yang cukup tinggi dapat diawetkan menggunakan natrium benzoat dengan konsentrasi 0,1% (1000 ppm) dan apabila digunakan konsentrasi natrium benzoat sebesar 0,2% kurang efektif untuk mengawetkan produk yang memiliki tingkat keasaman yang rendah yang memiliki pH mendekati 3,0. Natrium benzoat dapat efektif dalam menghambat perumbuhan mikroba dalam bahan pangan yang memiliki pH rendah yaitu sekitar 2,5 – 4, seperti sari buah dan minuman penyegar (Cahyadi, 2009).

2.4. Design Expert Versi 13

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 3 pilihan (*screening, characterization, optimization*) untuk arah penelitian yang dapat dipilih sesuai dengan desain percobaan yang akan dilakukan (Hidayat dkk, 2020).

Mixture digunakan sebagai komponen dalam formulasi yang berubah secara proporsional satu sama lain. Persentase setiap variabel harus selalu meningkat sehingga didapatkan nilai total tetap. Apabila terdapat komponen variabel dalam jumlah yang sangat kecil tetap dapat digunakan karena metode ini

menunjukkan respon yang sangat sensitif terhadap bahan-bahan yang digunakan. Sebagai contoh : seorang ahli teknologi pangan bereksperimen pada campuran buah yang terdiri dari jus nanas, jeruk, semangka, dan air. Maka respons yang akan dihasilkan tergantung pada proporsi berbagai buah, bukan jumlah campuran total. Apabila jumlah setiap bahan digandakan, maka menghasilkan rasa yang sama. Nilai faktor dalam mixture design memiliki proporsi antara 0 dan 1 (Hidayat dkk,2020).

Metode *D-Optimal* yaitu pilihan design yang terdapat dalam mixture yang bersifat fleksibel apabila seluruh pilihan design dalam mixture terdapat kendala, maka program tersebut akan menyarankan menggunakan *D-Optimal*(Sahid,2015). Metode ini digunakan untuk menentukan optimasi formula dari berbagai macam bahan dan bahan yang digunakan dapat mencapai 24 bahan. Pengguna dapat menentukan bahan dan batasan setiap bahan 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).

Design Expert Versi 13 metode *Mixture D-Optimal* terdiri dari 6 tahapan utama yaitu menentukan tujuan percobaan (contoh untuk optimasi formula), memilih komposisi penyusun yang dianggap dapat memberikan pengaruh nyata terhadap variabel respon produk akhir, menentukan batas bawah dan batas atas berupa proporsi relatif masing-masing komposisi penyusun campuran, menentukan variabel respon yang diinginkan, membuat model yang sesuai untuk

mengolah data dari respon, dan memilih desain percobaan yang sesuai (Irfan,2021).

Program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-optimal* dapat menampilkan jumlah formulasi secara otomatis yang telah sesuai dengan batasan-batasan yang telah ditentukan. Program ini memiliki tingkat ketelitian yang tinggi secara *numeric* hingga mencapai 0,001 (Nugroho,2012). 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 “ $prob>F$ ” 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 (Tiaraswara,2016).

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 kerancangan (Nugroho,2012).

Design Expert Versi 13 metode *Mixture D-Optimal* akan menampilkan hasil optimalisasi berdasarkan respon yang ada dan dapat memprediksi hasil dari respon, apakah sesuai dengan hasil analisis respon terbaik yang telah dilakukan. Program ini menyediakan fitur *solution* yang bertujuan untuk memberikan informasi formulasi yang terpilih berdasarkan program yang telah dirangkum berdasarkan kesimpulan seluruh respon. Selain memberikan solusi formulasi

optimal berdasarkan hasil respon, solusi dapat memprediksi hasil respon dari formulasi optimal terpilih (Nugroho,2012).

Formulasi 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. Apabila dilihat dari segi aspek numerik, Kegiatan optimasi merupakan kegiatan untuk mencari titik yang dapat memaksimalkan nilai *desirability*. Meskipun demikian, optimalisasi bukan bertujuan untuk mencari nilai *desirability* 1,0 melainkan untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan (Irfan,2021).



III METODOLOGI PENELITIAN

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

3.1. Bahan dan Alat

3.1.1. Bahan yang akan digunakan

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan minuman olahan jeruk nipis adalah jeruk nipis varietas wajak yang diperoleh dari perkebunan jeruk nipis Kecamatan Ciawigebang, Kabupaten Kuningan. Air dan sukrosa (gula pasir) yang diperoleh dari supermarket. Trehalosa dan natrium benzoat yang diperoleh dari *e-commerce*.

Bahan yang digunakan untuk analisis adalah larutan aquadest, iodium, amilum, larutan luff schoorl, $\text{H}_2\text{SO}_4 6\text{N}$, KI, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N, NaOH 30%, HCL 9,5 N, dan PP.

3.1.2. Alat yang akan digunakan

Alat yang digunakan untuk proses pengolahan minuman olahan jeruk nipis adalah pisau, alat pemeras jeruk, panci, spatula, sendok, kompor, neraca digital, gelas ukur, corong, dan botol kaca.

Alat yang digunakan untuk analisis adalah pipet, erlenmeyer 250 ml, buret, pH meter, *beaker glass*, dan refraktrometer.

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.2.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu penentuan kadar Vitamin C nilai pH dari bahan baku (sari jeruk nipis). Selanjutnya membuat formulasi awal minuman olahan jeruk nipis untuk mendapatkan batasan awal variabel berubah. Kemudian formulasi awal dilakukan pengujian nilai pH untuk menentukan jenis pengawet yang akan digunakan.

3.2.2. Penelitian Utama

Penelitian utama bertujuan untuk mengetahui optimalisasi formula minuman olahan jeruk nipis. Pada penelitian utama ini dilakukan penentuan formulasi menggunakan program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal*. Variabel berubah yang digunakan pada rancangan ini yaitu sari jeruk nipis dan sukrosa. Respon yang diuji terhadap produk minuman olahan jeruk nipis diantaranya kadar vitamin C, kadar gula total, pH, total padatan terlarut, dan uji organoleptik terhadap atribut warna, aroma, dan rasa.

Metode penelitian utama menggunakan program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal* yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

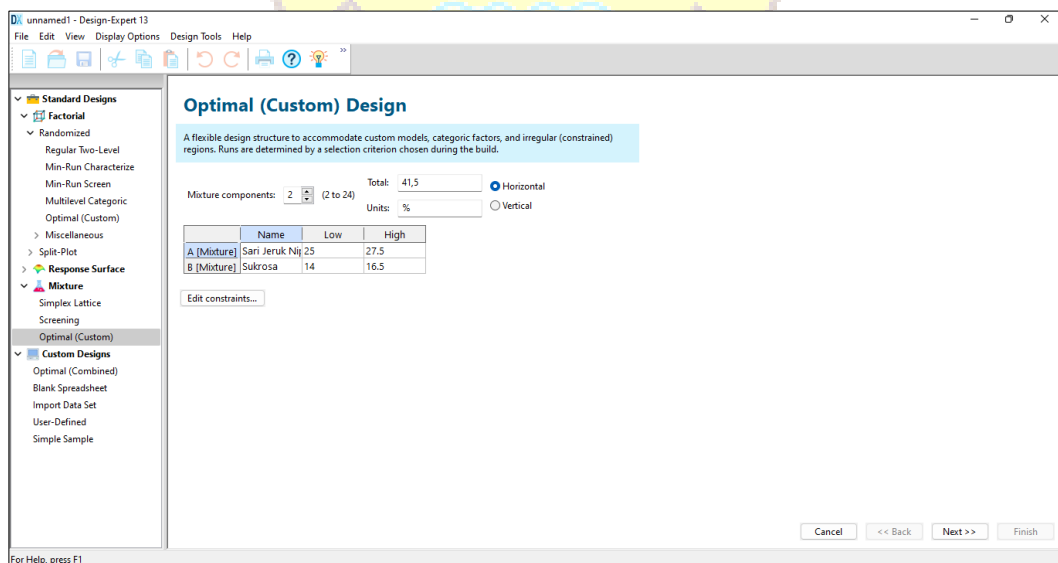
1. Pada penggunaan *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal*, hal pertama yang harus dilakukan yaitu menentukan bahan-bahan yang akan digunakan sebagai variabel tetap dan variabel berubah. Pada pembuatan

minuman olahan jeruk nipis, bahan yang digunakan sebagai variabel tetap yaitu air, trehalosa, dan natrium benzoat yang memiliki total variabel tetap sebanyak 58,50%. Sedangkan bahan yang digunakan sebagai variabel berubah yaitu sari jeruk nipis dan sukrosa yang memiliki total variabel berubah sebanyak 41,50%. Dimana jumlah bahan-bahan yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini :

Tabel 6. Bahan Tambahan (Variabel Tetap)

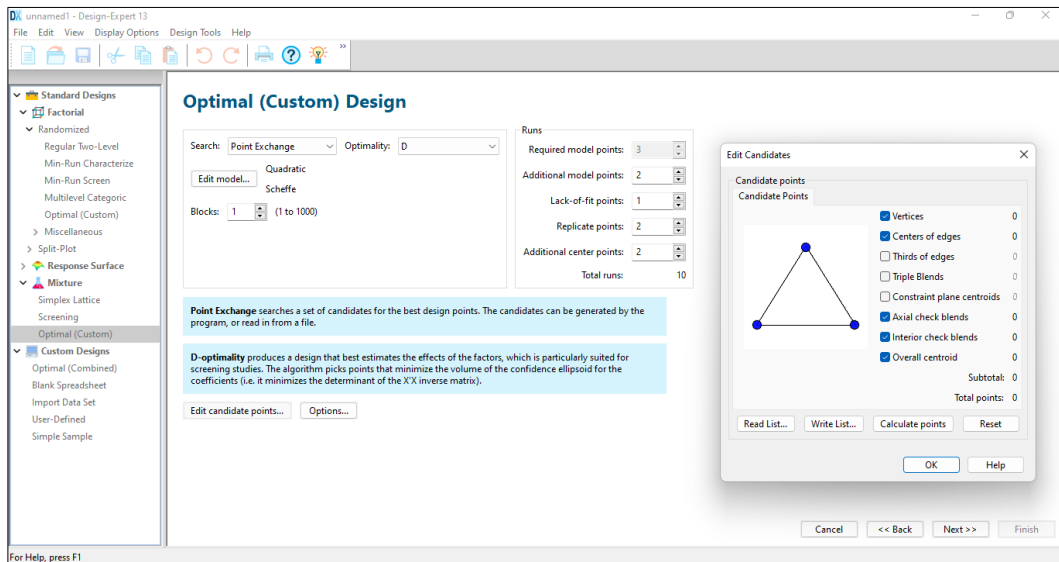
No	Nama Bahan	Jumlah (%)
1	Air	55,40
2	Trehalosa	3,00
3	Natrium Benzoat	0,10
Total		58,50
Variabel Berubah		41,50
Total Keseluruhan		100

- Setelah itu bahan yang telah ditentukan sebagai variabel berubah yaitu sari jeruk nipis dan sukrosa di input kedalam menu Mixture metode optimal pada kolom batas bawah (*low*) dan batas atas (*High*).



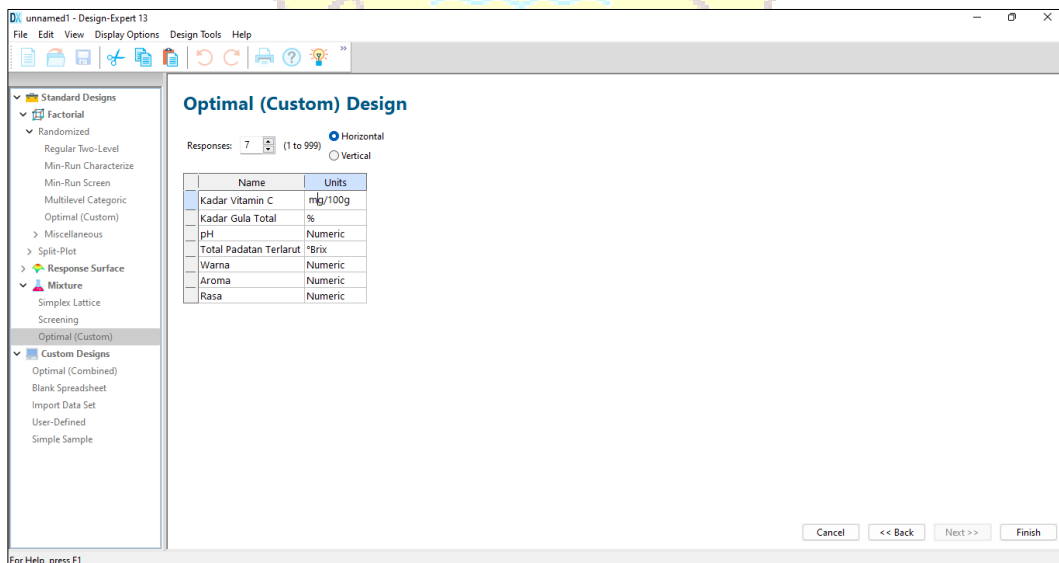
Gambar 6. Batas Atas dan Batas Bawah Bahan Baku Sari Jeruk Nipis dan Sukrosa

3. Setelah itu pilihlah optimality (D) dan akan muncul data seperti yang tertera pada Gambar 7.



Gambar 7. Laporan Input Data Formul Minuman Olahan Jeruk Nipis yang Akan Digunakan Dalam program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal*

4. Selanjutnya input respon yang akan dianalisis sesuai dengan satuan unit yang akan digunakan.



Gambar 8. Satuan Analisis Respon Kimia, Fisika, dan Organoleptik yang Akan Diuji Terhadap Produk Minuman Olahan Jeruk Nipis

5. Dari data yang telah di input kedalam program *Design Expert Versi 13*, terdapat 10 formulasi minuman olahan sari jeruk nipis terpilih beserta respon kimia yang terdiri dari penentuan kadar vitamin C, kadar gula total dan pH. Respon fisika yaitu total padatan terlarut. Serta respon organoleptik meliputi warna, aroma, dan rasa.

Run	Component 1 Asari jeruk nipis %	Component 2 Bisukrosa %	Response 1 Kadar Vitamin C mg/100g	Response 2 Kadar Gula Total %	Response 3 pH Numeric	Response 4 Total Padatan T... *Brix	Response 5 Warna Numeric	Response 6 Aroma Numeric	Response 7 Rasa Numeric
1	26,25	15,25							
2	26,25	15,25							
3	25,63	15,88							
4	27,50	14,00							
5	27,50	14,00							
6	25,00	16,50							
7	26,25	15,25							
8	27,50	14,00							
9	25,00	16,50							
10	25,00	16,50							

Gambar 9. Formulasi Minuman Olahan Jeruk Nipis Beserta Respon yang Akan Diuji

Tabel 7. Formulasi Minuman Olahan Jeruk Nipis

Formula	Sari Jeruk Nipis (%)	Sukrosa (%)
1	26,25	15,25
2	26,25	15,25
3	25,63	15,88
4	27,50	14,00
5	27,50	14,00
6	25,00	16,50
7	26,25	15,25
8	27,50	14,00
9	25,00	16,50
10	25,00	16,50

Keterangan : Bagian yang diwarnai memiliki formula terpilih yang sama

6. Melakukan proses pembuatan minuman olahan jeruk nipis berdasarkan formulasi yang diberikan oleh *Design Expert Versi 13*, kemudian melakukan analisis respon dari masing-masing produk yang dibuat.
7. Melakukan proses penentuan tingkat kepentingan (*Importance Grade*) masing-masing komponen dan respon untuk menghasilkan formulasi optimum. Tingkat kepentingan disusun berdasarkan Tabel 8.

Tabel 8. Tingkat Kepentingan (*Importance Grade*)

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

8. Melakukan verifikasi data matriks formulasi yang dihasilkan oleh program *Design Expert Versi 13* dengan menggunakan produk minuman olahan jeruk nipis.

3.2.2.1. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang akan digunakan pada penelitian utama ini adalah menentukan formula optimum minuman olahan jeruk nipis yang terdiri dari empat tahap, yaitu tahap perancangan formula, tahap formulasi, tahap analisis, dan tahap optimasi. Tahap pertama yang perlu dilakukan yaitu menentukan variabel-variabel yang akan dikombinasikan beserta konsentrasinya, kemudian menentukan respon yang akan diukur yang merupakan fungsi dari komponen-komponen penyusun produk. Masing-masing variabel respon akan dianalisis oleh

program *Design Expert* Versi 13 untuk mendapatkan ordo yang cocok (*linier, quadratic, cubic*).

Persamaan D-optimal didapatkan dari 3 proses, diantaranya yaitu :

1. *Sequential model sum of square [Type I]* untuk model yang mempunyai nilai “Prob < F” lebih kecil atau sama dengan 0,05 (*significant*) ;
2. *Lack of fit test* untuk model yang mempunyai nilai “Prob > F” lebih besar atau sama dengan 0,1 (*not significant*); dan
3. *Model summary statistic*.

Dari ketiga model tersebut akan dipilih model terbaik yang dapat ditentukan dengan *adjusted R-Squares* dan *Predicted R-Squared* maksimum. Program *Design Expert* Versi 13 menggunakan kolom *summary* untuk memilih model terbaik (Nurhayati, 2016).

3.2.2.2. Rancangan Analisis

Rancangan analisis yang digunakan bertujuan untuk mengetahui berpengaruh atau tidaknya suatu perlakuan terhadap respon yang diteliti. Program *Design Expert* menyajikan hasil analisis ragam ANOVA. Suatu variabel respon dinyatakan berbeda signifikan pada taraf signifikansi 5% jika nilai “Prob < F”, hasil analisis lebih kecil atau sama dengan 0,05 sedangkan jika nilai “Prob > F”, hasil analisis lebih besar dari 0,05 maka variabel respon dinyatakan tidak berbeda signifikan. Kemudian variabel-variabel respon akan digunakan sebagai model prediksi untuk menentukan formula optimal. *Design Expert* Versi 13 akan mengelolah semua variabel respon berdasarkan kriteria-kriteria yang telah

ditetapkan serta memberikan solusi beberapa formula optimal yang terpilih. Nilai target optimasi dinyatakan dengan *desirability* yang mempunyai nilai diantara 0 sampai 1. Semakin nilai *desirability* mendekati 1, maka formula akan semakin mudah untuk mencapai titik formula optimal berdasarkan variabel responnya. Hal tersebut dapat dicapai melalui pemilihan variabel uji dan nilai target optimasi variabel respon. Nilai *desirability* yang mendekati 1 akan semakin sulit dicapai apabila kompleksitas variabel uji dan nilai target optimasi semakin tinggi. Optimasi dilakukan untuk mencapai nilai *desirability* yang maksimum. Meskipun demikian, tujuan utama optimasi bukan untuk mencapai nilai *desirability* sebesar 1 melainkan untuk mencari kombinasi yang tepat dari berbagai komposisi bahan (Nurhayati,2016).

3.2.2.3. Rancangan Respon

Rancangan respon yang akan dilakukan untuk menentukan optimasi dari perlakuan-perlakuan meliputi :

1. Respon Kimia

Respon kimia yang dilakukan pada pembuatan minuman olahan jeruk nipis adalah penentuan kadar vitamin C dengan metode iodimetri, kadar gula total metode *luff schoorl*, dan pH dengan menggunakan pH meter.

2. Respon Fisika

Respon fisika yang dilakukan pada pembuatan minuman olahan jeruk nipis yaitu penentuan total padatan terlarut dengan metode *hand refraktometer*.

3. Respon Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk minuman olahan jeruk nipis. Tipe pengujian organoleptik yang digunakan yaitu uji hedonik berdasarkan warna, aroma, dan rasa. Uji organoleptik akan dilakukan oleh 30 orang panelis. Pengujian organoleptik ini menggunakan metode hedonik (uji kesukaan), untuk kriteria penilaian bisa dilihat pada Tabel 9. Penilaian seluruh panelis akan dicantumkan dalam formulir pengisian untuk uji organoleptik dan kemudian datanya diolah menggunakan perhitungan statistik.

Tabel 9. Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Hedonik Minuman Olahan Jeruk Nipis

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

(Sumber : Kartika dkk,1987)

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Prosedur Penelitian Pendahuluan

Prosedur penelitian pendahuluan adalah pembuatan sari jeruk nipis. langkah-langkah pembuatan sari jeruk nipis, yaitu :

1. Sortasi

Buah jeruk nipis dilakukan proses sortasi yang bertujuan untuk memilih jeruk nipis yang memiliki kondisi yang baik dan segar. Pemilihan jeruk nipis ini

bisa dilakukan dengan cara melihat warna kulit jeruk yang memiliki warna hijau kekuningan dan menekan jeruk nipis pada bagian bekas tangkai apabila memiliki aroma jeruk nipis yang menyengat, menandakan bahwa jeruk nipis matang dengan kondisi yang baik.

2. Pencucian

Pencucian jeruk nipis menggunakan air mengalir hingga benar-benar bersih untuk menghilangkan kotoran atau kontaminasi asing, kemudian dilakukan penirisan.

3. Pembelahan dan Pemisahan Biji

Jeruk nipis yang telah dibersihkan dilakukan pengirisan sehingga terbagi menjadi dua bagian. Pembelahan ini bertujuan untuk memperkecil ukuran, mempermudah proses pengambilan sari jeruk nipis, dan mempermudah dalam memisahkan biji jeruk nipis.

4. Ekstraksi

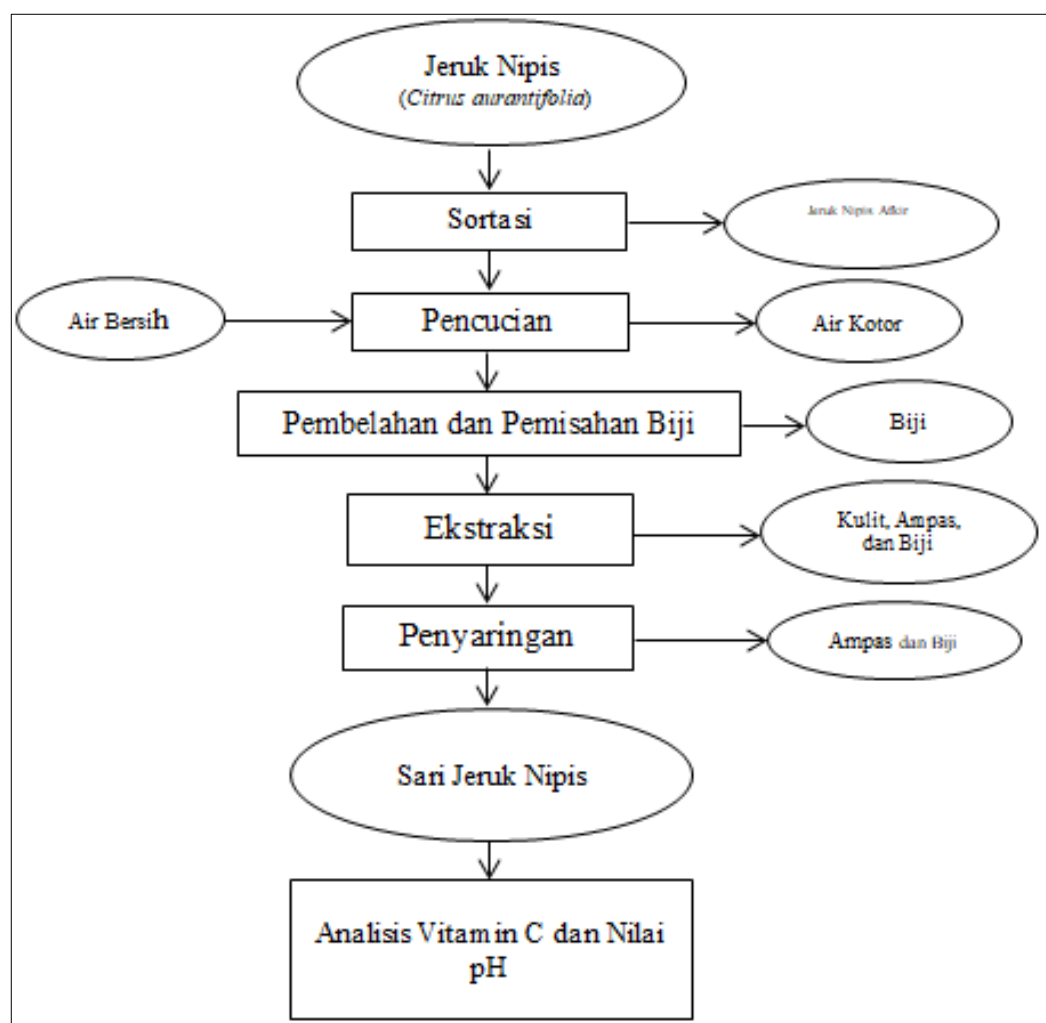
Jeruk nipis yang telah terbagi menjadi dua bagian akan dilakukan proses ekstraksi menggunakan alat pemeras jeruk sehingga didapatkan sari jeruk nipis. Proses ekstraksi menggunakan alat pemeras jeruk nipis ini bertujuan untuk mendapatkan sari jeruk nipis serta memisahkan kulit dan biji yang masih tersisa.

5. Penyaringan

Sari jeruk nipis yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan alat menyaring tujuannya yaitu untuk memisahkan ampas dan biji yang masih tersisa sehingga didapatkan sari jeruk nipis yang maksimal.

6. Analisis

Sari jeruk nipis yang telah didapatkan kemudian dianalisis kadar Vitamin C nilai pH menggunakan pH meter.



Gambar 10. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Prosedur Pembuatan Sari Jeruk Nipis

Prosedur penelitian pendahuluan adalah pembuatan formulasi awal minuman olahan jeruk nipis, langkah-langkah pembuatan minuman olahan jeruk nipis, yaitu :

1. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman olahan jeruk nipis adalah sari jeruk nipis, air, sukrosa, trehalosa dan natrium benzoat.

2. Sortasi

Buah jeruk nipis dilakukan proses sortasi yang bertujuan untuk memilih jeruk nipis yang memiliki kondisi yang baik dan segar. Pemilihan jeruk nipis ini bisa dilakukan dengan cara melihat warna kulit jeruk yang memiliki warna hijau kekuningan dan menekan jeruk nipis pada bagian bekas tangkai apabila memiliki aroma jeruk nipis yang menyengat, menandakan bahwa jeruk nipis matang dengan kondisi yang baik.

3. Pencucian

Pencucian jeruk nipis menggunakan air mengalir hingga benar-benar bersih untuk menghilangkan kotoran atau kontaminasi asing, kemudian dilakukan penirisan.

4. Pembelahan dan Pemisahan Biji

Jeruk nipis yang telah dibersihkan dilakukan pengirisan sehingga terbagi menjadi dua bagian. Pembelahan ini bertujuan untuk memperkecil ukuran,

mempermudah proses pengambilan sari jeruk nipis, dan mempermudah dalam memisahkan biji jeruk nipis.

5. Ekstraksi

Jeruk nipis yang telah terbagi menjadi dua bagian akan dilakukan proses ekstraksi menggunakan alat pemeras jeruk sehingga didapatkan sari jeruk nipis. Proses ekstraksi menggunakan alat pemeras jeruk nipis ini bertujuan untuk mendapatkan sari jeruk nipis serta memisahkan kulit dan biji yang masih tersisa.

6. Penyaringan

Sari jeruk yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan alat menyaring tujuannya yaitu untuk memisahkan ampas dan biji yang masih tersisa sehingga didapatkan sari jeruk nipis yang maksimal.

7. Pencampuran I

Pencampuran satu dilakukan dengan cara mencampurkan air dan sari jeruk nipis yang telah dilakukan proses penyaringan.

8. Pencampuran II

Pencampuran II dilakukan dengan cara mencampurkan sukrosa, trehalosa, dan natrium benzoat kedalam hasil pencampuran I lalu dilakukan pengadukan hingga benar-benar larut.

9. Pasteurisasi

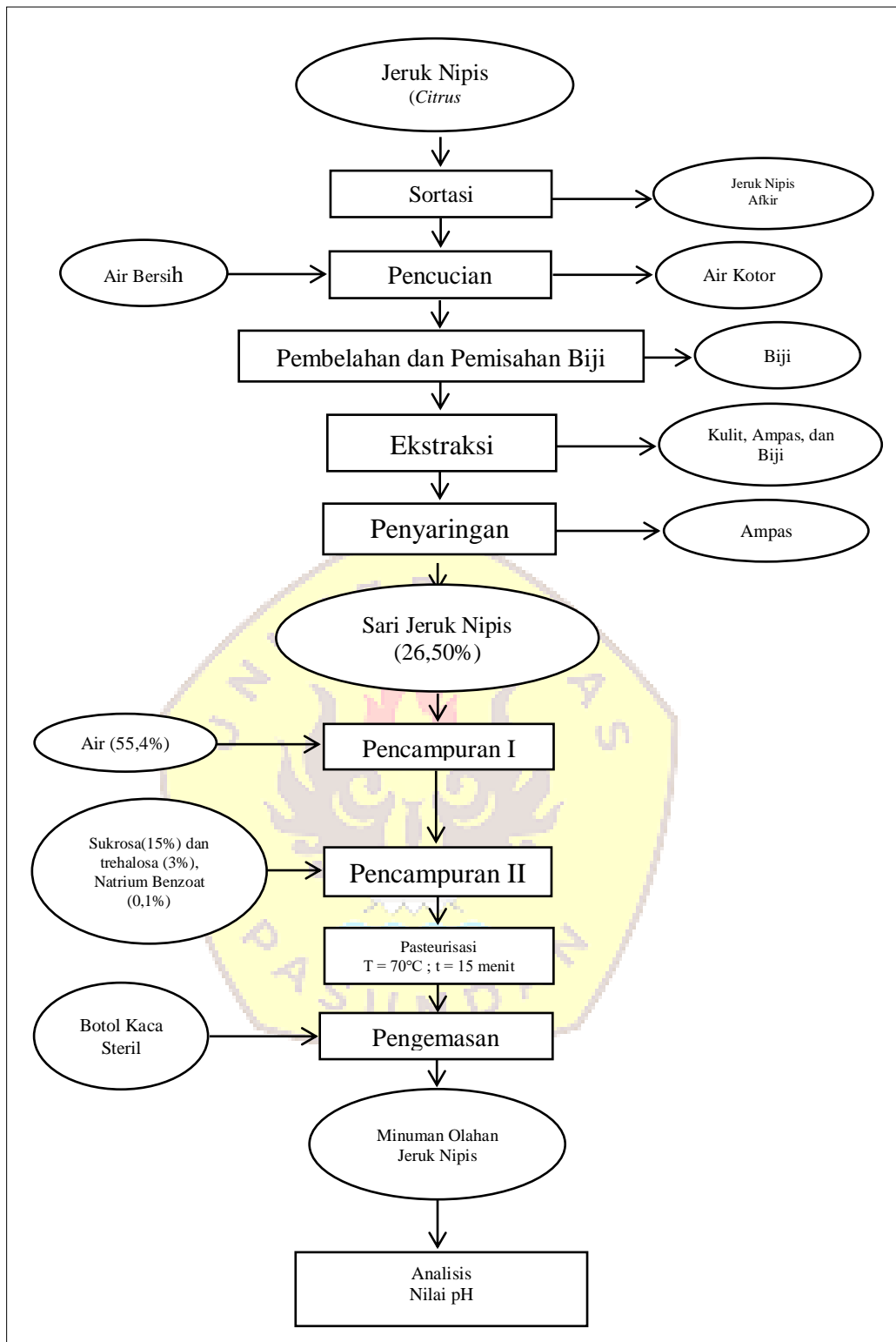
Sari buah jeruk nipis kemudian dilakukan proses pasteurisasi pada suhu 70°C selama 15 menit. Tujuan pasteurisasi yaitu untuk mengurangi mikroorganisme patogen serta untuk memperpanjang umur simpan dengan cara membunuh bakteri patogen dan menonaktifkan enzim yang terdapat pada sari buah.

10. Pengemasan

Minuman olahan jeruk nipis dikemas menggunakan botol kaca yang sebelumnya telah dilakukan proses sterilisasi. Proses sterilisasi botol kaca ini dilakukan dengan cara merebus botol dalam air mendidih 100°C selama 30 menityang bertujuan untuk mematikan mikroorganisme yang terdapat pada botol kaca. Proses pengemasan minuman olahan jeruk nipis dilakukan dengan metode *hot filling* dengan cara pengisian minuman yang masih panas kedalam botol kaca steril yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen yang masih tersisa di dalam botol, sehingga dapat memperpanjang umur simpan minuman olahan jeruk nipis. Saat proses pengisian minuman kedalam botol harus diberikan *headspace* yaitu 8% dari volume botol.

11. Analisis

Produk minuman olahan jeruk nipis dilakukan analisis respon nilai pH.



Gambar 11. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Prosedur Pembuatan Minuman Olahan Jeruk Nipis

3.3.2. Prosedur Penelitian Utama

Prosedur penelitian utama adalah pembuatan minuman olahan jeruk nipis menggunakan hasil formulasi *Design Expert Versi 13* metode *Mixture D-optimal*.

Langkah-langkah pembuatan minuman olahan jeruk nipis, yaitu :

1. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan minuman olahan jeruk nipis adalah sari jeruk nipis, air, sukrosa, trehalosa dan natrium benzoat.

2. Sortasi

Buah jeruk nipis dilakukan proses sortasi yang bertujuan untuk memilih jeruk nipis yang memiliki kondisi yang baik dan segar. Pemilihan jeruk nipis ini bisa dilakukan dengan cara melihat warna kulit jeruk yang memiliki warna hijau kekuningan dan menekan jeruk nipis pada bagian bekas tangkai apabila memiliki aroma jeruk nipis yang menyengat, menandakan bahwa jeruk nipis matang dengan kondisi yang baik.

3. Pencucian

Pencucian jeruk nipis menggunakan air mengalir hingga benar-benar bersih untuk menghilangkan kotoran atau kontaminasi asing, kemudian dilakukan penirisan.

4. Pembelahan dan Pemisahan Biji

Jeruk nipis yang telah dibersihkan dilakukan pengirisan sehingga terbagi menjadi dua bagian. Pembelahan ini bertujuan untuk memperkecil ukuran, mempermudah proses pengambilan sari jeruk nipis, dan mempermudah dalam memisahkan biji jeruk nipis.

5. Ekstraksi

Jeruk nipis yang telah terbagi menjadi dua bagian akan dilakukan proses ekstraksi menggunakan alat pemeras jeruk sehingga didapatkan sari jeruk nipis. Proses ekstraksi menggunakan alat pemeras jeruk nipis ini bertujuan untuk mendapatkan sari jeruk nipis serta memisahkan kulit dan biji yang masih tersisa.

6. Penyaringan

Sari jeruk yang dihasilkan kemudian disaring menggunakan alat penyaringan tujuannya yaitu untuk memisahkan ampas dan biji yang masih tersisa sehingga didapatkan sari jeruk nipis yang maksimal.

7. Pencampuran I

Pencampuran satu dilakukan dengan cara mencampurkan air dan sari jeruk nipis yang telah dilakukan proses penyaringan.

8. Pencampuran II

Pencampuran II dilakukan dengan cara mencampurkan sukrosa, trehalosa, dan natrium benzoat lalu dilakukan pengadukan hingga benar-benar larut.

9. Pasteurisasi

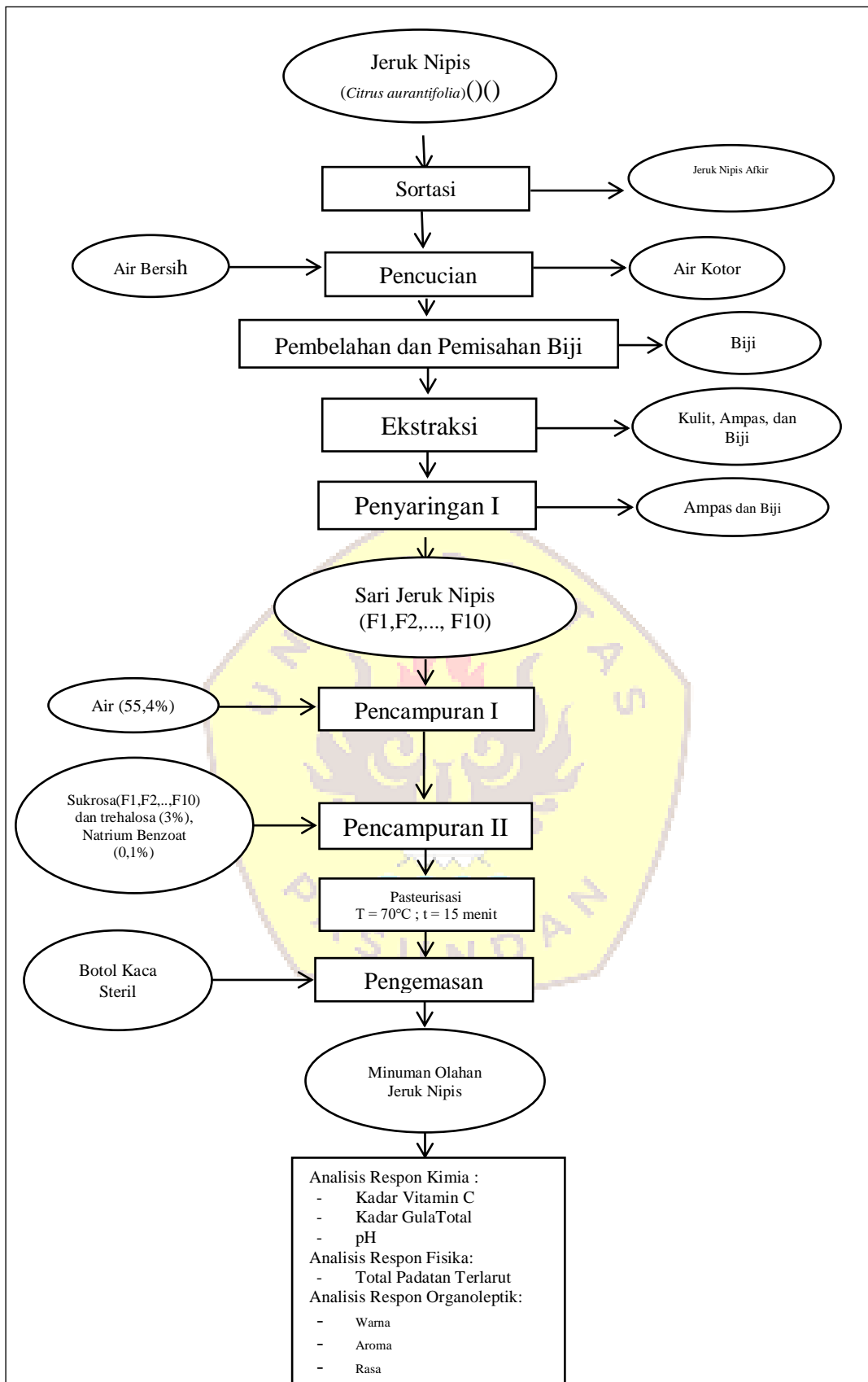
Sari buah jeruk nipis kemudian dilakukan proses pasteurisasi pada suhu 70°C selama 15 menit. Tujuan pasteurisasi yaitu untuk mengurangi mikroorganisme patogen serta untuk memperpanjang umur simpan dengan cara membunuh bakteri patogen dan menonaktifkan enzim yang terdapat pada sari buah.

10. Pengemasan

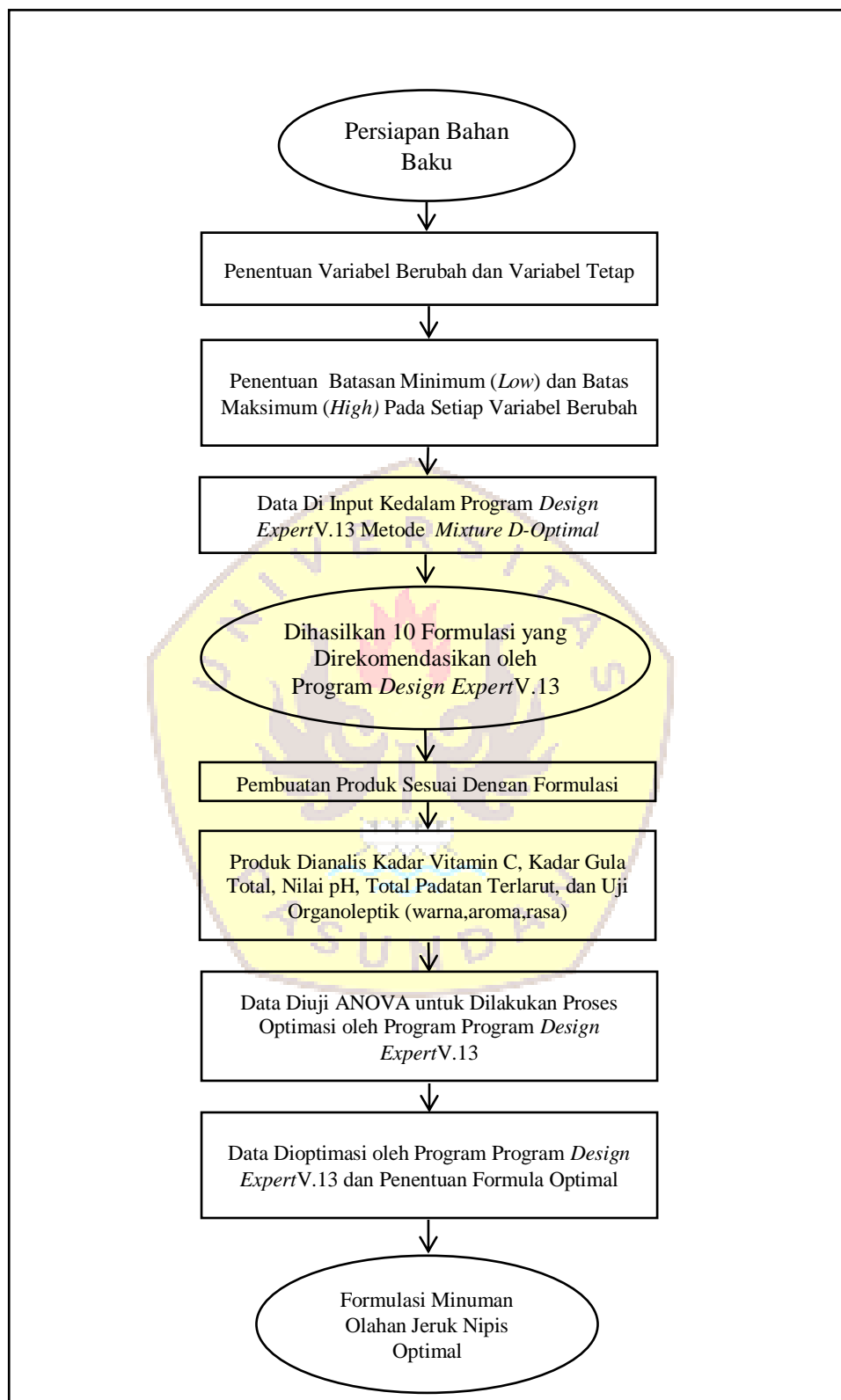
Minuman olahan jeruk nipis dikemas menggunakan botol kaca yang sebelumnya telah dilakukan proses sterilisasi. Proses sterilisasi botol kaca ini dilakukan dengan cara merebus botol dalam air mendidih 100°C selama 30 menit yang bertujuan untuk mematikan mikroorganisme yang terdapat pada botol kaca. Proses pengemasan minuman olahan jeruk nipis dilakukan dengan metode *hot filling* dengan cara pengisian minuman yang masih panas ke dalam botol kaca steril yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen yang masih tersisa di dalam botol, sehingga dapat memperpanjang umur simpan minuman olahan jeruk nipis. Saat proses pengisian minuman ke dalam botol harus diberikan *headspace* yaitu 8% dari volume botol.

11. Analisis

Produk minuman olahan jeruk nipis dilakukan analisis dengan menggunakan 3 respon yaitu respon kimia (kadar vitamin C, kadar gula total, dan pH), respon fisika (total padatan terlarut), dan respon organoleptik (warna, aroma rasa).



Gambar 12. Diagram Alir Prosedur Penelitian Utama

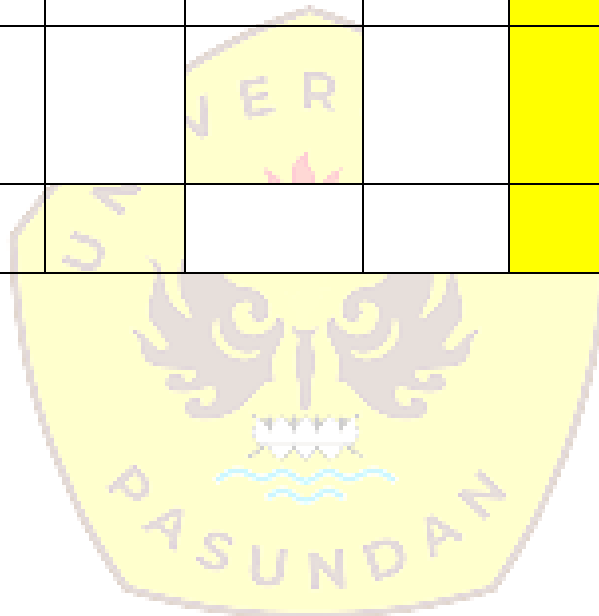


Gambar 13. Diagram Alir Penelitian Menggunakan *Design Expert* Versi 13 Metode *Mixture D-optimal*

3.4. Jadwal Penelitian

Tabel 10. Jadwal Penelitian

Kegiatan	Juli 2022	Agustus 2022	September 2022	Oktober 2022	November 2022	Desember
Penyusunan Proposal dan Bimbingan						
Seminar Usulan						
Penelitian						
Pengolahan Data dan Penyusunan Tugas Akhir						
Sidang Tugas Akhir						



IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Hasil Penelitian Pendahuluan, (2) Hasil Penelitian Utama, (3) Formulasi Optimal, dan (4) Perbandingan Formulasi Optimal dengan Produk Minuman Jeruk Nipis di Pasaran.

4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu penentuan kadar Vitamin C dan nilai pH dari bahan baku yaitu sari jeruk nipis. Selanjutnya membuat formulasi awal minuman olahan jeruk nipis untuk mendapatkan batasan awal variabel berubah. Kemudian pada formulasi awal dilakukan pengujian nilai pH untuk menentukan jenis pengawet yang akan digunakan.

4.1.1. Vitamin C

Analisis bahan baku sari jeruk nipis dilakukan untuk mengetahui kadar Vitamin C, analisis ini dilakukan dengan metode iodimetri. Hasil analisis kadar Vitamin C menunjukkan bahwa dalam 50 mL sari jeruk nipis memiliki kadar Vitamin C sebesar 57,07 mg Vitamin C/100 g.

Vitamin merupakan zat senyawa kompleks yang dibutuhkan oleh tubuh yang berperan penting untuk membantu pengaturan atau proses kegiatan pada tubuh manusia (Rasmaniar, 2021). Kebutuhan vitamin dapat dipenuhi dengan cara mengonsumsi makanan, minuman, dan buah-buahan yang mengandung vitamin. Misalnya vitamin C dapat dipenuhi dengan mengonsumsi buah jeruk nipis.

Vitamin C merupakan vitamin yang mudah mengalami kerusakan akibat terjadinya reaksi oksidasi. Jeruk nipis yang dikonsumsi setelah dipanen maka

kandungan Vitamin C akan semakin berkurang, dikarenakan Vitamin C dapat hilang apabila di lakukan proses pemanasan, waktu penyimpanan jeruk nipis yang terlalu lama, dan kondisi lingkungan yang panas (Fitriyana, 2017).

4.1.2. pH

Analisis bahan baku sari jeruk nipis dilakukan untuk mengetahui nilai pH dari bahan baku, analisis ini dilakukan menggunakan alat yaitu pH meter. Hasil analisis nilai pH menunjukkan bahwa sari jeruk nipis memiliki nilai pH sebesar 2,72.

Nilai pH merupakan nilai yang memberikan informasi mengenai tingkat keasaman dan kebasaan suatu produk pangan. Tingkat atau derajat keasaman suatu larutan bergantung pada konsentrasi ion H^+ dalam larutan. Derajat keasaman atau pH berhubungan dengan konsentrasi ion hidrogen yang terkandung pada suatu larutan atau produk pangan yang diukur. Semakin rendah nilai pH maka tingkat keasaan suatu produk akan semakin asam (Ramadhan,2011).

Menurut Imanuela (2012), sari jeruk nipis memiliki pH rendah dikarenakan jeruk nipis bersifat asam dan banyak mengandung asam-asam organik berupa asam sitrat yaitu sebesar 7% - 7,5%.

4.1.3. Formulasi Awal

Formulasi awal dibuat untuk menentukan batasan awal formula minuman olahan jeruk nipis yang didapatkan dari hasil *trialand error*. dengan variabel berubah sari jeruk nipis dan sukrosa. Sedangkan variabel tetap yaitu air, trehalosa,

dan natrium benzoat. Formulasi awal minuman olahan jeruk nipis terpilih dari hasil *trial and error* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Formulasi Awal Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)
1	Sari Jeruk Nipis	26,50
2	Sukrosa	15,00
3	Air	55,40
4	Trehalosa	3,00
5	Natrium Benzoat	0,10
Jumlah		100

Hasil dari formulasi awal dapat ditentukan batasan awal untuk variabel berubah yaitu sari jeruk nipis sebanyak 26,50% dan sukrosa sebanyak 15%, batasan awal ini digunakan sebagai batas atas variabel berubah. Sedangkan batas bawah yang digunakan yaitu sari jeruk nipis sebanyak 25% dan sukrosa sebanyak 14%. Total dari variabel tetap yang dihasilkan yaitu sebesar 58,50 dan variabel berubah sebesar 41,5. Namun batasan awal yang telah ditentukan tidak memenuhi total variabel berubah, sehingga program *Design Expert Versi 13* merekomendasikan batas bawah dan batas atas formulasi minuman olahan jeruk nipis yang tertera pada Gambar 14.

Optimal (Custom) Design

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

Mixture components: 2 (2 to 24) Total: 41,5 Horizontal Vertical
 Units: %

	Name	Low	High
A [Mixture]	Sari Jeruk Nip	25	27.5
B [Mixture]	Sukrosa	14	16.5

Edit constraints...

Gambar 14. Batas Atas dan Batas Bawah Bahan Baku Sari Jeruk Nipis dan Sukrosa

4.1.3.1.pH

Analisis formulasi awal minuman olahan jeruk nipis dilakukan untuk mengetahui nilai pH, analisis ini dilakukan menggunakan alat yaitu pH meter. Hasil analisis nilai pH menunjukkan bahwa formulasi awal minuman olahan jeruk nipis memiliki nilai pH sebesar 2,83. Sehingga jenis pengawet yang akan digunakan dalam minuman olahan jeruk nipis yaitu natrium benzoat.

Pengawet merupakan bahan kimia yang dengan sengaja ditambahkan kedalam olahan produk pangan, tujuannya yaitu untuk mencegah tumbuhnya jamur atau bakteri. Dengan adanya penambahan pengawet maka umur simpan suatu produk makanan dan minuman akan lebih lama dan dapat mempertahankan nilai mutu produk (Retno dan Murdijati,2013).

Natrium benzoat merupakan salah satu jenis pengawet yang digunakan pada makanan maupun minuman akan lebih efektif digunakan pada minuman yang asam seperti minuman dari sari buah-buahan. Natrium benzoat efektif digunakan pada makanan maupun minuman yang mempunyai pH sekitar 2,5 sampai 4,0 dan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Nurman,2018).

4.2.Hasil Penelitian Utama

Penelitian utama yang dilakukan yaitu menentukan formulasi minuman olahan jeruk nipis menggunakan program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal* yang didapatkan dari hasil *trial and error* dengan variabel berubah yaitu sari jeruk nipis dan sukrosa. Sedangkan variabel tetap yaitu air, trehalosa dan natrium benzoat.

Rancangan respon yang dilakukan pada penelitian utama yaitu respon kimia, respon fisika, dan respon organoleptik. Respon kimia yang diuji meliputi kadar vitamin C, kadar gula total, dan nilai pH. Respon fisika yang diuji yaitu total padatan terlarut. Serta respon organoleptik meliputi warna, aroma, dan rasa dengan 10 formulasi yang telah direkomendasikan oleh program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Formulasi yang Direkomendasikan Oleh Program *Design Expert*

Formula	Sari Jeruk Nipis (%)	Sukrosa (%)	Air (%)	Trehalosa (%)	Natrium Benzoat (%)
1	26,25	15,25	55,40	3,00	0,10
2	26,25	15,25	55,40	3,00	0,10
3	25,63	15,88	55,40	3,00	0,10
4	27,50	14,00	55,40	3,00	0,10
5	27,50	14,00	55,40	3,00	0,10
6	25,00	16,50	55,40	3,00	0,10
7	26,25	15,25	55,40	3,00	0,10
8	27,50	14,00	55,40	3,00	0,10
9	25,00	16,50	55,40	3,00	0,10
10	25,00	16,50	55,40	3,00	0,10

Keterangan : Bagian yang diwarnai memiliki formula terpilih yang sama

Formulasi minuman olahan jeruk nipis yang telah direkomendasikan oleh program *Design Expert* Versi 13 metode *Mixture D-Optimal* kemudian dibuat menjadi produk minuman olahan jeruk nipis dan produk ini dilakukan analisis berupa respon kimia, fisika, dan organoleptik sehingga mendapatkan formulasi yang terbaik.

4.2.1. Hasil Respon Kimia

Analisis respon kimia diantaranya yaitu analisis kadar vitamin C, kadar gula total, dan nilai pH.

4.2.1.1. Kadar Vitamin C

Vitamin adalah senyawa organik kompleks yang esensial untuk pertumbuhan dan fungsi biologis bagi makhluk hidup. Vitamin C merupakan salah satu vitamin yang terdapat di dalam buah jeruk nipis. Vitamin C bersifat larut di dalam air, sedikit larut dalam aseton atau alkohol yang mempunyai berat molekul rendah, dan mudah teroksidasi. Oksidasi vitamin C akan terbentuk asam dihidroaskorbat (Sudarmadji, 2010). Hasil analisis kadar vitamin C minuman olahan jeruk nipis dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Data Hasil Analisis Kadar Vitamin C

Sampel	Sari Jeruk Nipis (%)	Sukrosa (%)	Kadar Vitamin C
			mg Vit.C/ 100 gram
F1	26,25	15,25	24,75
F2	26,25	15,25	24,63
F3	25,63	15,88	24,39
F4	27,50	14,00	29,80
F5	27,50	14,00	29,75
F6	25,00	16,50	23,96
F7	26,25	15,25	24,47
F8	27,50	14,00	29,85
F9	25,00	16,50	23,92
F10	25,00	16,50	23,80

Berdasarkan Tabel 13, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon kimia terhadap pengujian kadar vitamin C dari 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis yaitu berkisar antara 23,80-29,85 mg Vitamin C/100g. Nilai kadar

vitamin C terendah ditunjukkan oleh sampel F10 sedangkan nilai kadar vitamin C tertinggi ditunjukkan oleh sampel F8. Nilai rata-rata untuk hasil analisis kadar vitamin C yaitu sebesar 25,93 mg Vitamin C/100g dengan standar deviasi sebesar 0,2517. Pada formula yang sama diantaranya sampel F1 dan F2 memiliki selisih sebesar 0,12 mg Vitamin C/100g, sampel F1 dan F7 serta sampel F2 dan F7 memiliki selisih sebesar 0,16 mg Vitamin C/100g, sampel F4 dan F5 serta Sampel F4 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,05 mg Vitamin C/100g, sampel F5 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,09 mg Vitamin C/100g, sampel F6 dan F9 memiliki selisih sebesar 0,04 mg Vitamin C/100g, sampel F6 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,15 mg Vitamin C/100g, serta sampel F9 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,11 mg Vitamin C/100g.

Tinggi rendahnya kadar vitamin C yang terdapat pada 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu lama disimpan pada suhu panas, membiarkan lama terbuka pada udara (oksidasi), pencucian, perendaman dalam air, memasak dengan suhu tinggi untuk waktu yang lama, memasak dalam panci besi atau tembaga, membiarkan lama sesudah dimasak pada suhu kamar atau suhu panas sebelum dimakan (Almatsier, 2004).

Proses pembuatan minuman olahan jeruk nipis yang melalui proses pasteurisasi dapat menyebabkan adanya penurunan kadar vitamin C. Hal ini sejalan dengan pendapat Octaviani (2014), semakin tinggi suhu dan lama pemanasan menyebabkan degradasi vitamin C juga semakin meningkat. Oksidasi vitamin C (asam askorbat) akan mengubah asam askorbat menjadi asam *L-dehidroaskorbat* yang secara kimia bersifat sangat labil dan dapat mengalami

perubahan lebih lanjut menjadi asam *L-diketogulonat* yang tidak memiliki keaktifan vitamin C.

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert Versi 13* untuk analisis respon kimia kadar vitamin C adalah *quadratic*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5%, model yang direkomendasikan yaitu *quadratic* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” lebih kecil dari 0,05 yaitu <0,0001. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara sari jeruk nipis dengan sukrosa memberikan pengaruh terhadap nilai kadar vitamin C formula minuman olahan jeruk nipis. Nilai *lack of fit* sebesar 0,0007 dengan nilai p “prob>F” lebih kecil dari 0,05 yang menunjukkan bahwa *lack of fit significant* terhadap gangguan (*noise*). Ada 0,07% peluang nilai *lack of fit* lebih besar dari nilai F yang dapat terjadi karena gangguan (*noise*). Nilai *lack of fit significant* menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara data respon kadar vitamin C dengan model.

Pada hasil respon kadar vitamin C nilai R^2 sebesar 0,9932 dan nilai *adjusted R²* sebesar 0,9912. Nilai *Adeq precision* sebesar 43,1490 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Data hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon kimia pengujian kadar vitamin C dapat dilihat pada Lampiran 9.

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

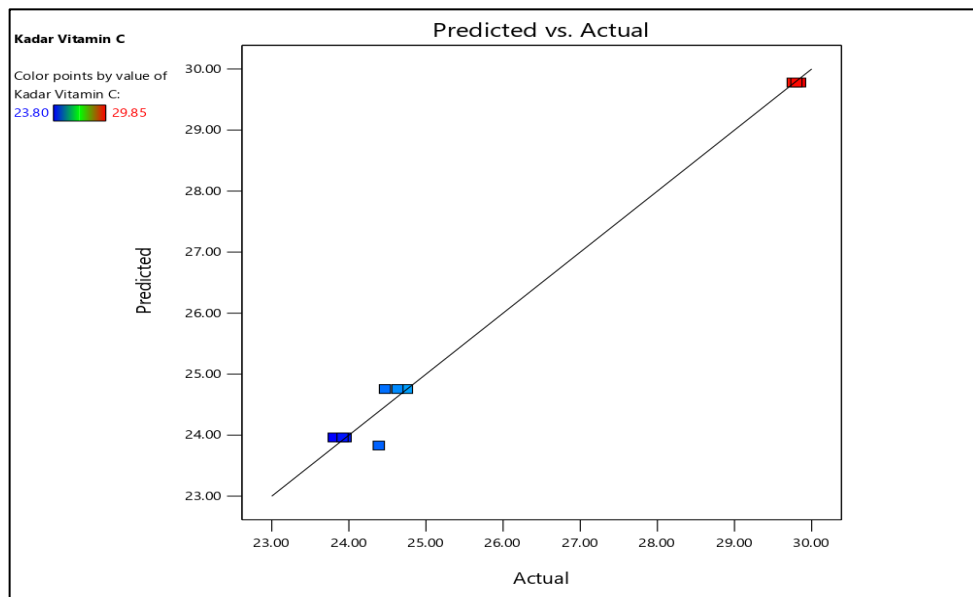
$$Y = 29,78 A + 23,96 B - 8,46 AB$$

Keterangan : A = Sari Jeruk Nipis

B = Sukrosa

Berdasarkan persamaan diatas, dapat disimpulkan bahwa komponen A (sari jeruk nipis) dan B (Sukrosa) berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin C produk minuman olahan jeruk nipis yang ditandai dengan nilai positif (+) sedangkan interaksi komponen AB (Sari jeruk nipis dengan sukrosa) dapat menurunkan nilai respon kadar vitamin C produk yang ditandai dengan nilai negatif (-). Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar vitamin C adalah interaksi koefisien A (sari jeruk nipis). Hal ini disebabkan interaksi koefisien A paling tinggi nilainya (29,78). Semakin tinggi penambahan konsentrasi sari jeruk nipis maka kadar vitamin C yang terukur akan semakin besar. Sedangkan interaksi antar komponen AB (Sari jeruk nipis dengan sukrosa) dapat menurunkan nilai respon kadar vitamin C yang memiliki nilai terendah (-8,56). Semakin rendah konsentrasi sari jeruk nipis maka vitamin C yang terukur akan semakin rendah. Rendahnya kadar vitamin C juga dapat diakibatkan karena adanya proses pemanasan pada minuman olahan jeruk nipis. Faktor yang mempengaruhi rusaknya atau hilangnya vitamin C salah satunya adalah pemanasan karena vitamin C merupakan vitamin yang mudah teroksidasi. Penambahan sukrosa juga dapat mempengaruhi penurunan kadar vitamin C. Menurut Marsyarini, (2022) semakin tinggi konsentrasi gula yang ditambahkan maka akan mengakibatkan penurunan kadar vitamin C, dikarenakan gula dapat mempercepat laju proses degradasi vitamin C. Saat proses pemanasan sukrosa

akan larut dan menyebabkan banyak air yang keluar dan air bersifat melarutkan vitamin C. Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil pengujian kadar vitamin C yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *Mixture D-Optimal* dapat dilihat pada Gambar 15.

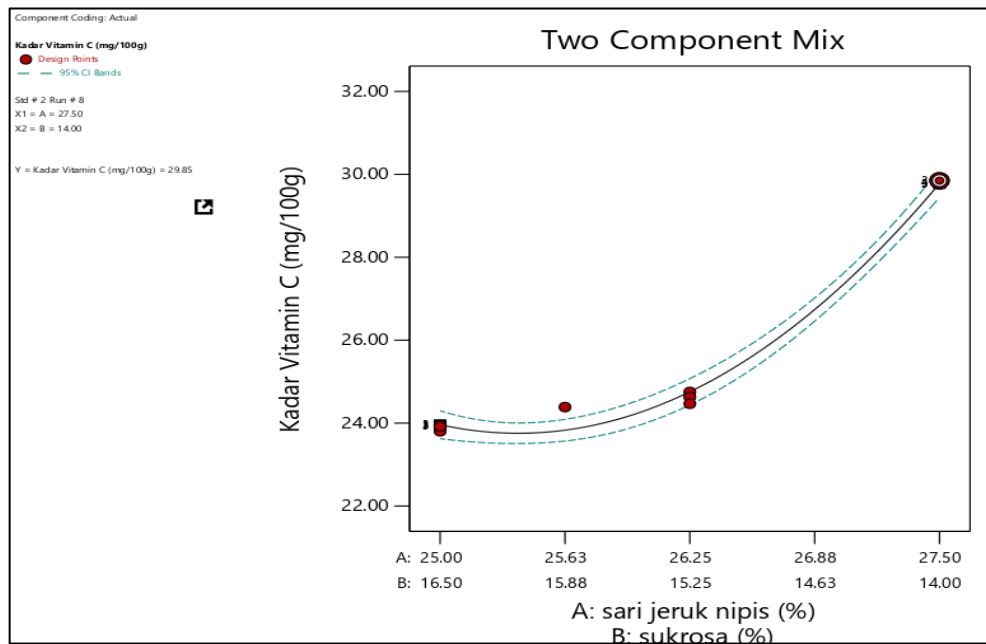


Gambar 15. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Hasil Pengujian Kadar Vitamin C

Keterangan :

- : kadar vitamin C tertinggi
- : kadar vitamin C terendah

Berdasarkan grafik pada Gambar 15 dapat disimpulkan bahwa hasil analisis kadar vitamin C 10 formula setiap titik mendekati garis normal yang menunjukkan bahwa adanya pemenuhan model yang sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert Versi 13*.



Gambar 16. Grafik *Two Component Mix* Kadar Vitamin C

Berdasarkan grafik *two component mix*, perbedaan ketinggian pada grafik menunjukkan nilai respon yang berbeda-beda untuk setiap kombinasi antar komponen berubah, dimana area yang rendah menunjukkan nilai kadar vitamin C yang rendah kemudian area yang tinggi menunjukkan kadar vitamin C yang tinggi. Grafik tersebut diperoleh dari hasil respon kadar vitamin C dari 10 formulasi yang tersedia. Sehingga dapat diketahui bahwa kadar vitamin C terendah sebesar 23,80 mg Vitamin C/100g dengan kombinasi sari jeruk nipis 25,00% dan sukrosa 16,50%, sedangkan kadar vitamin C tertinggi yaitu sebesar 29,85 mg Vitamin C/100g dengan kombinasi sari jeruk nipis sebesar 27,00% dan sukrosa sebesar 14,00%. Kadar vitamin C pada minuman olahan jeruk nipis berasal dari sari jeruk nipis. Semakin tinggi konsentrasi sari jeruk nipis yang ditambahkan maka menghasilkan kadar vitamin C yang tinggi. Hal ini dikarenakan sari jeruk nipis yang banyak mengandung vitamin C. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan sari jeruk nipis mengandung 57,07 mg Vitamin C.

4.2.1.2.Kadar Gula Total

Kadar gula total adalah kandungan gula keseluruhan dalam satu bahan pangan yang terdiri dari dari gula produksi dan non produksi. Jenis gula total diantaranya golongan monosakarida, disakarida, oligosakarida, dan polisakarida (Rohman dan Soemantri, 2007). Hasil analisis kadar gula total 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Data Hasil Analisis Kadar Gula Total

Sampel	Sari Jeruk Nipis (%)	Sukrosa (%)	% Gula Total
F1	26,25	15,25	26,91
F2	26,25	15,25	25,59
F3	25,63	15,88	25,54
F4	27,50	14,00	20,15
F5	27,50	14,00	20,53
F6	25,00	16,50	23,53
F7	26,25	15,25	25,94
F8	27,50	14,00	20,31
F9	25,00	16,50	22,83
F10	25,00	16,50	22,23

Berdasarkan Tabel 14, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon kimia terhadap pengujian kadar gula total dari 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis yaitu berkisar antara 20,15-26,91%. Nilai kadar gula total terendah ditunjukkan oleh sampel F4 sedangkan nilai kadar gula total tertinggi ditunjukkan oleh sampel F1. Nilai rata-rata untuk hasil analisis kadar gula total yaitu sebesar 23,36% dengan standar deviasi sebesar 0,5166. Pada formula yang sama diantaranya sampel F1 dan F2 memiliki selisih sebesar 1,32%, sampel F1 dan F7 sebesar 0,97%, serta sampel F2 dan F7 memiliki selisih sebesar 0,35%, sampel F4 dan F5 sebesar 0,38%, sampel F4 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,16%, serta sampel F5 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,22%, sampel F6 dan F9 memiliki

selisih sebesar 0,7%, sampel F6 dan F10 memiliki selisih sebesar 1,3%, serta sampel F9 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,6%.

Penetapan kadar gula merupakan penentuan kadar gula sebelum inversi atau reduksi dan penentuan kadar gula setelah inversi (sukrosa). Sukrosa akan diubah menjadi gula reduksi dan menghasilkan gula invert. Tinggi rendahnya kadar gula total yang terdapat pada 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis disebabkan karena adanya kecepatan inversi yang dipengaruhi oleh suhu, waktu pemanasan, dan nilai pH.

Pada proses pemanasan larutan sukrosa akan terurai menjadi glukosa dan fruktosa, sehingga pengaruh dari panas dan asam akan meningkatkan kelarutan sukrosa. Semakin tinggi konsentrasi gula yang masuk ke dalam bahan maka jumlah gula yang terukur akan semakin besar karena sisa gula dan asam organik yang terbentuk dihitung sebagai gula total (Desrosier, 1988).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert* Versi 13 untuk analisis respon kimia kadar gula total adalah *quadratic*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5%, model yang direkomendasikan yaitu *quadratic* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” lebih kecil dari 0,05 yaitu <0,0001. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara sari jeruk nipis dengan sukrosa memberikan pengaruh terhadap nilai kadar gula total formula minuman olahan jeruk nipis. Nilai *lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,8703 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 gula total dengan model.

Pada hasil respon kadar gula total nilai R^2 sebesar 0,9678 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,9587. Nilai *Adeq precision* sebesar 20,4556 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Data hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon kimia pengujian kadar gula total dapat dilihat pada Lampiran 9.

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

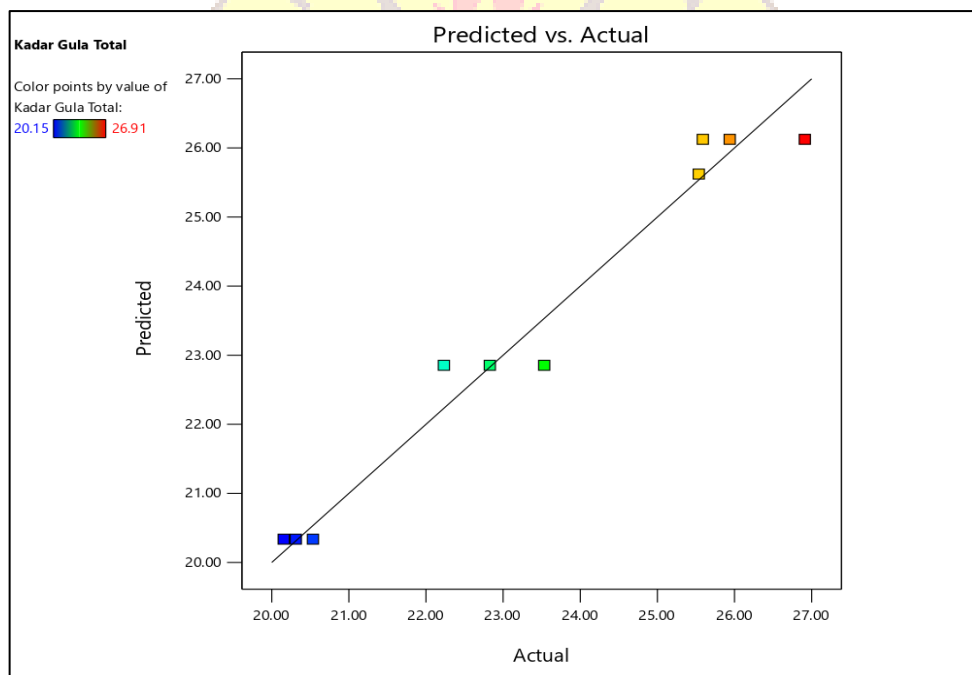
$$Y = 20,34 A + 22,85 B + 18,12 AB$$

Keterangan : A = Sari Jeruk Nipis

B = Sukrosa

Berdasarkan persamaan diatas, dapat disimpulkan bahwa komponen A (sari jeruk nipis) , B (Sukrosa), dan AB (Sari jeruk nipis dengan sukrosa) berpengaruh nyata terhadap kadar gula total produk minuman olahan jeruk nipis yang ditandai dengan nilai positif (+). Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar gula total adalah interaksi koefisien B (sukrosa). Hal ini disebabkan interaksi koefisien B paling tinggi nilainya (22,85). Semakin tinggi penambahan sukrosa maka akan meningkatkan kadar gula total, hal ini dikarenakan pada pembuatan minuman olahan jeruk nipis, sukrosa dilarutkan di

dalam air dan dilakukan proses pasteurisasi sehingga sukrosa akan terurai menjadi glukosa dan fruktosa yang disebut gula invert. Sedangkan interaksi antar komponen AB (sari jeruk nipis dengan sukrosa) juga dapat meningkatkan kadar gula total. Sari jeruk nipis bersifat asam sehingga banyak sukrosa yang terhidrolisis menjadi gula reduksi. Hal ini sejalan dengan pendapat Desrosier (1989), mengatakan bahwa sukrosa akan terhidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa selama proses pemasakan dengan adanya asam. Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil pengujian kadar gula total yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *Mixture D-Optimal* dapat dilihat pada Gambar 17.

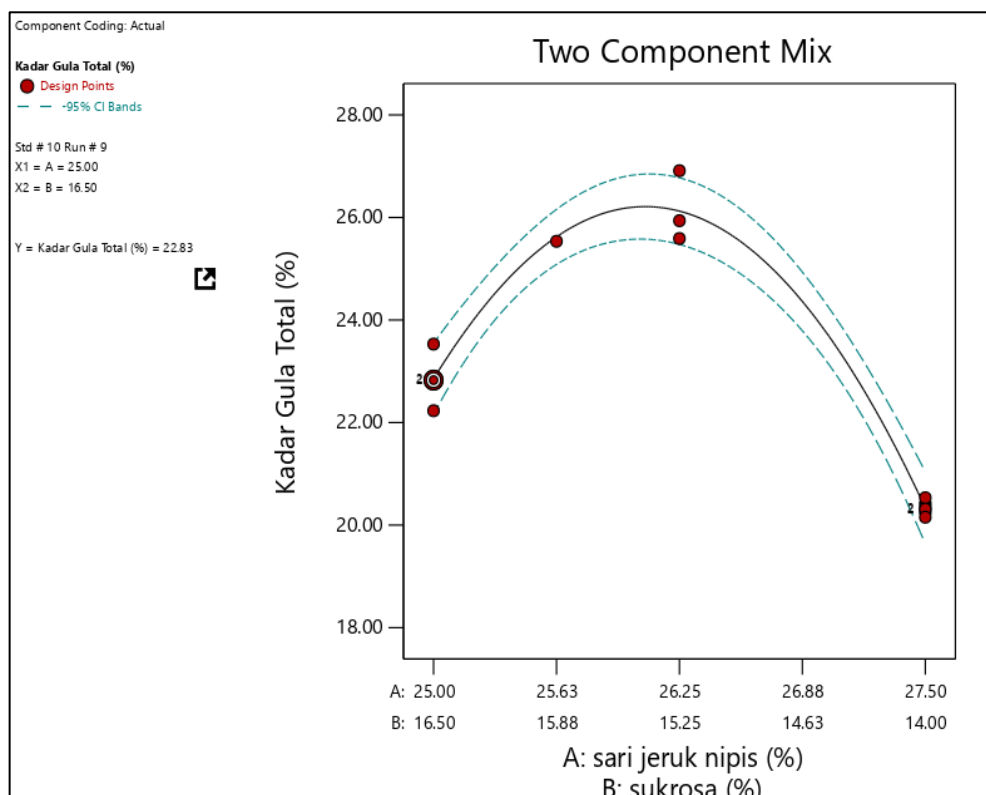


Gambar 17. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Hasil Pengujian Kadar Gula Total

Keterangan :

- : kadar gula total tertinggi
- : kadar gula total terendah

Berdasarkan grafik pada Gambar 17 dapat disimpulkan bahwa hasil analisis kadar gula total 10 formula setiap titik mendekati garis normal yang menunjukkan bahwa adanya pemenuhan model yang sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert Versi 13*.



Gambar 18. Grafik *Two Component Mix* Kadar Gula Total

Berdasarkan grafik *two component mix*, perbedaan ketinggian pada grafik menunjukkan nilai respon yang berbeda-beda untuk setiap kombinasi antar komponen berubah, dimana area yang rendah menunjukkan nilai kadar gula total yang rendah kemudian area yang tinggi menunjukkan kadar gula total yang tinggi. Grafik tersebut diperoleh dari hasil respon kadar gula total dari 10 formulasi yang

tersedia. Sehingga dapat diketahui bahwa kadar gula total terendah sebesar 20,15% dengan kombinasi sari jeruk nipis 27,50% dan sukrosa 14,00%, sedangkan kadar gula total tertinggi yaitu sebesar 26,91% dengan kombinasi sari jeruk nipis sebesar 26,25% dan sukrosa sebesar 15,25%. Kadar gula total yang terdapat pada minuman berasal dari kedua komponen yang ditambahkan.

Kadar gula total yang semakin meningkat dipengaruhi oleh banyaknya sukrosa yang ditambahkan, maka kadar gula total yang dihitung pada suatu produk nilainya akan semakin tinggi. Sari jeruk nipis juga dapat meningkatkan kadar gula total karena jeruk nipis mengandung sukrosa. Menurut Hidayat (2017), jeruk nipis memiliki kadar sukrosa sebesar 6,5%.

4.2.1.3. Nilai pH

Nilai pH (*Potential of Hydrogen*) adalah suatu nilai yang menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan suatu produk pangan. Derajat atau tingkat keasaman larutan bergantung pada konsentrasi ion H^+ dalam suatu larutan. Semakin besar konsentrasi ion H^+ , semakin asam larutan tersebut (Ramadhan, 2011). Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman minuman olahan jeruk nipis. Hasil analisis nilai pH minuman olahan jeruk nipis dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Data Hasil Analisis Nilai pH

Sampel	Sari Jeruk Nipis (%)	Sukrosa (%)	Nilai pH
F1	26,25	15,25	2,87
F2	26,25	15,25	2,84
F3	25,63	15,88	2,90
F4	27,50	14,00	2,76
F5	27,50	14,00	2,79
F6	25,00	16,50	2,92
F7	26,25	15,25	2,85
F8	27,50	14,00	2,79
F9	25,00	16,50	2,95
F10	25,00	16,50	2,93

Berdasarkan Tabel 15, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon kimia terhadap pengujian nilai pH dari 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis yaitu berkisar antara 2,76-2,95. Nilai pH terendah ditunjukkan oleh sampel F4 sedangkan nilai pH tertinggi ditunjukkan oleh sampel F9. Nilai rata-rata untuk hasil analisis pH yaitu sebesar 2,86 dengan standar deviasi sebesar 0,0144. Pada formula yang sama diantaranya sampel F1 dan F2 memiliki selisih sebesar 0,03, sampel F1 dan F7 sebesar 0,02, serta sampel F2 dan F7 memiliki selisih sebesar 0,01, sampel F4 dan F5 sebesar 0,03, sampel F4 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,03, serta sampel F5 dan F8 memiliki nilai pH yang sama yaitu 2,79, sampel F6 dan F9 memiliki selisih sebesar 0,03, sampel F6 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,01, serta sampel F9 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,02. Berdasarkan SNI 10-6019-1999, pH untuk minuman sari buah jeruk yaitu maksimal 4,00, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai pH pada 10 formulasi produk minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan sudah memenuhi SNI.

pH minuman dan makanan dipengaruhi kandungan asam yang terdapat pada bahan pangan (Fardiaz, 1986). Jeruk nipis mengandung asam-asam organik berupa asam sitrat, asam askorbat, asam malat, asam laktat, dan asam tartarat yang mengakibatkan jeruk nipis memiliki pH yang rendah (Hediana dkk, 2015). Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, sari jeruk nipis memiliki nilai pH sebesar 2,72.

Sari jeruk nipis yang telah dilakukan proses pengolahan menjadi minuman olahan jeruk nipis mengalami kenaikan nilai pH. Menurut Buckle *et al* (1987), kenaikan nilai pH dapat dipengaruhi oleh adanya penambahan sukrosa (gula pasir). Semakin tinggi konsentrasi gula pasir yang diberikan, maka semakin tinggi pula pH yang dihasilkan. Gula pasir berperan menyempurkan rasa manis dan dapat menetralkan asam.

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert Versi 13* untuk analisis respon kimia nilai pH adalah *linear*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5%, model yang direkomendasikan yaitu *linear* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” lebih kecil dari 0,05 yaitu <0,0001. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara sari jeruk nipis dengan sukrosa memberikan pengaruh terhadap nilai pH formula minuman olahan jeruk nipis. Nilai *lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,8178 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 nilai pH dengan model.

Pada hasil analisis nilai pH nilai R^2 sebesar 0,9570 dan nilai *adjusted R²* sebesar 0,9516. Nilai *Adeq precision* sebesar 23,9049 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Data hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon kimia pengujian nilai pH dapat dilihat pada Lampiran 9.

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

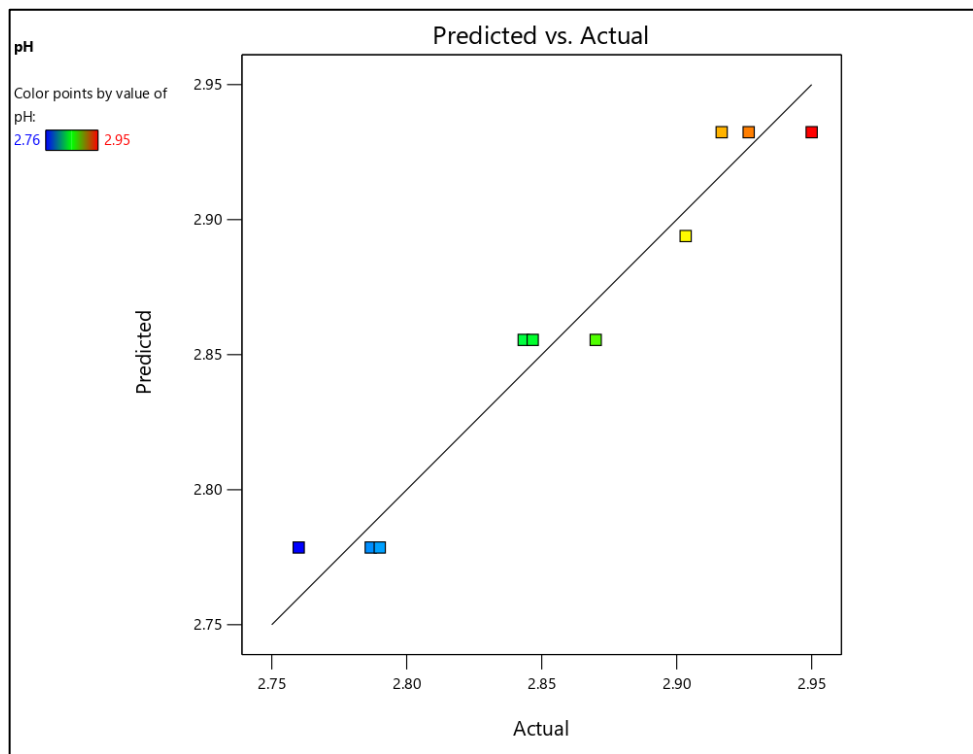
$$Y = 2,78 A + 2,93 B$$

Keterangan : A = Sari Jeruk Nipis

B = Sukrosa

Berdasarkan persamaan diatas, dapat disimpulkan bahwa komponen A (sari jeruk nipis) dan B (Sukrosa) berpengaruh nyata terhadap nilai pH produk minuman olahan jeruk nipis yang ditandai dengan nilai positif (+). Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap nilai pH adalah interaksi koefisien B (sukrosa). Hal ini disebabkan interaksi koefisien B paling tinggi nilainya (2,93). Semakin tinggi penambahan konsentrasi sukrosa maka nilai pH yang terukur akan semakin besar. Menurut Pertiwi (2014), peningkatan pH dipengaruhi oleh tingginya konsentrasi sukrosa yang ditambahkan karena dengan penambahan gula, ion H^+ yang berasal dari asam-asam organik akan mengalami pengenceran, sehingga ion H^+ yang membentuk asam akan berkurang dan pH bahan akan

semakin meningkat. Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil pengujian nilai pH yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *Mixture D-Optimal* dapat dilihat pada Gambar 19.

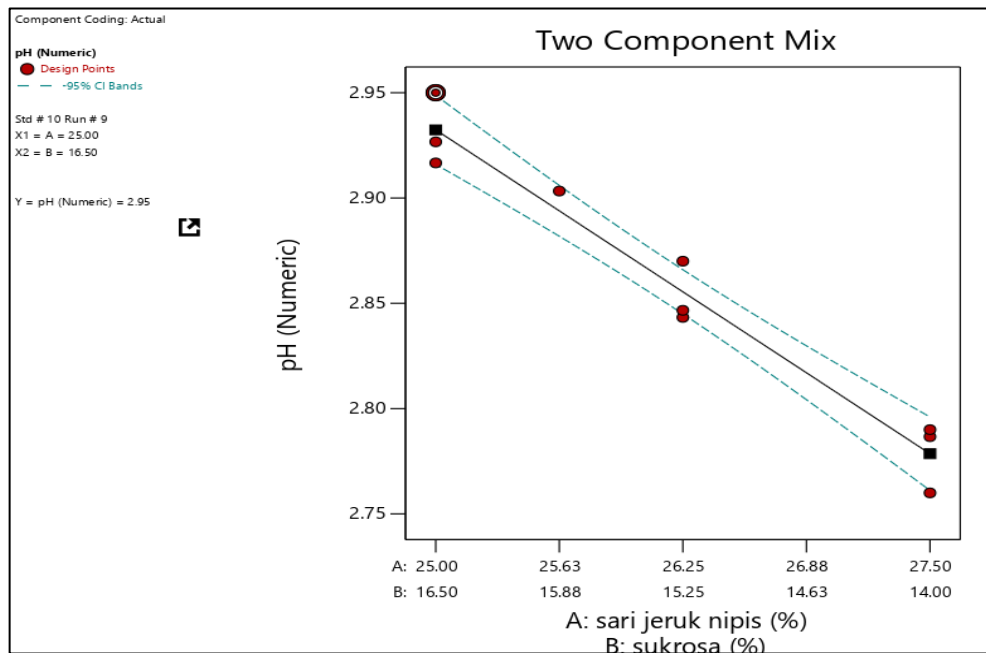


Gambar 19. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Hasil Pengujian Nilai pH

Keterangan :

- : nilai pH tertinggi
- : nilai pH terendah

Berdasarkan grafik pada Gambar 19 dapat disimpulkan bahwa hasil analisis nilai pH 10 formula setiap titik mendekati garis normal yang menunjukkan bahwa adanya pemenuhan model yang sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert Versi 13*.



Gambar 20. Grafik *Two Component Mix* Nilai pH

Berdasarkan grafik *two component mix*, perbedaan ketinggian pada grafik menunjukkan nilai respon yang berbeda-beda untuk setiap kombinasi antar komponen berubah, dimana area yang rendah menunjukkan nilai pH yang rendah kemudian area yang tinggi menunjukkan nilai pH yang tinggi. Grafik tersebut diperoleh dari hasil respon nilai pH dari 10 formulasi yang tersedia. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai pH terendah sebesar 2,76 dengan kombinasi sari jeruk nipis 27,50% dan sukrosa 14,00%, sedangkan nilai pH tertinggi yaitu sebesar 2,95 dengan kombinasi sari jeruk nipis sebesar 25,00% dan sukrosa sebesar 16,50%. Tinggi rendahnya nilai pH dari minuman olahan jeruk nipis dipengaruhi oleh tingkat keasaman sari jeruk nipis. Semakin tinggi konsentrasi jeruk nipis yang ditambahkan maka asam yang dihasilkan akan semakin tinggi dan nilai pH yang terukur akan semakin rendah.

Jeruk nipis memiliki nilai pH yang rendah karena jeruk nipis mengandung asam sitrat. Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang dapat ditemukan pada buah dan daun dari marga *Citrus*. Konsentrasi asam sitrat yang tinggi dapat mencapai 8% dari bobot kering yang dapat ditemukan dalam jeruk nipis dan jeruk purut (Yusnita,2020).

4.2.2. Hasil Respon Fisika

Analisis respon fisika yaitu analisis total padatan terlarut.

4.2.2.1. Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut merupakan suatu pengukuran kandungan zat organik dan nonorganik yang terdapat dalam suatu bahan pangan. Total padatan terlarut dapat diukur menggunakan alat refraktometer. Refraktometer merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur bahan terlarut seperti gula, garam, protein, dsb. Besarnya total padatan terlarut dinyatakan dalam satuan °Brix. °Brix adalah jumlah zat padat yang terlarut dalam satu larutan yang dihitung sebagai gula (sukrosa). Menurut Fardiaz *et al* (1992), hasil pengukuran total padatan terlarut bukan merupakan karbohidrat, melainkan kadar molekul karbohidrat yang mempunyai indeks refraksi seperti gula-gula sederhana. Prinsip kerja alat refraktometer yaitu berdasarkan pemanfaatan refraksi cahaya. Hasil analisis total padatan terlarut 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Data Hasil Analisis Total Padatan Terlarut

Sampel	Sari Jeruk Nipis (%)	Sukrosa (%)	Total Padatan Terlarut (°Brix)
F1	26,25	15,25	25,38
F2	26,25	15,25	25,59
F3	25,63	15,88	25,59
F4	27,50	14,00	19,78
F5	27,50	14,00	19,98
F6	25,00	16,50	22,38
F7	26,25	15,25	24,58
F8	27,50	14,00	20,38
F9	25,00	16,50	22,78
F10	25,00	16,50	22,98

Berdasarkan Tabel 16, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon fisika terhadap pengujian total padatan terlarut dari 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis yaitu berkisar antara 19,78-25,59°Brix. Nilai total padatan terlarut terendah ditunjukkan oleh sampel F4 sedangkan nilai total padatan terlarut tertinggi ditunjukkan oleh sampel F2 dan F3. Nilai rata-rata untuk hasil analisis total padatan terlarut yaitu sebesar 22,94°Brix dengan standar deviasi sebesar 0,4354. Pada formula yang sama diantaranya sampel F1 dan F2 memiliki selisih sebesar 0,21°Brix, sampel F1 dan F7 sebesar 0,80°Brix, serta sampel F2 dan F7 memiliki selisih sebesar 1,01°Brix, sampel F4 dan F5 sebesar 0,20°Brix, sampel F4 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,60°Brix, serta sampel F5 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,40°Brix, sampel F6 dan F9 memiliki selisih sebesar 0,40°Brix, sampel F6 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,60°Brix, serta sampel F9 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,20°Brix. Berdasarkan SNI 3719:2014, total padatan terlarut untuk minuman sari buah jeruk yaitu minimal 11,2 °Brix, sehingga dapat

disimpulkan bahwa total padatan terlarut pada 10 formulasi produk minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan sudah memenuhi SNI.

Peningkatan total padatan terlarut berkaitan dengan banyaknya padatan yang ditambahkan pada proses pembuatan minuman olahan jeruk nipis. Adanya penambahan sukrosa (gula) dapat meningkatkan total padatan terlarut. Semakin tinggi penambahan konsentrasi gula maka nilai total padatan terlarut juga semakin besar. Menurut Istianah (2019), gula bersifat higroskopis sehingga mudah larut dalam air. Kandungan total padatan terlarut suatu bahan pangan meliputi gula produksi, gula non produksi, asam organik, pektin, dan protein.

Buah-buahan mengandung karbohidrat berupa gula-gula sederhana yaitu glukosa dan fruktosa yang menjadi sumber padatan terlarut pada minuman sari buah (Hulme,1971). Jeruk nipis mengandung karbohidrat. Menurut Davies dan Albriego (1994), pada umumnya buah jeruk mengandung karbohidrat yang terdiri dari monosakarida (glukosa dan fruktosa), oligosakarida (sukrosa), dan polisakarida (selulosa, pati, hemiselulosa, dan pektin).

Suhu dan waktu pemanasan dapat meningkatkan total padatan terlarut. Hal ini disebabkan karena dengan adanya peningkatan suhu pemanasan dapat menyebabkan pemutusan rantai-rantai panjang senyawa karbohidrat menjadi senyawa gula yang larut menjadi semakin cepat, sehingga kandungan gula yang terdapat dalam suatu larutan akan semakin banyak larut (Pantastico,1986).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert Versi 13* untuk analisis respon kimia nilai pH adalah *quadratic*. Pada tabel

ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5%, model yang direkomendasikan yaitu *linear* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” lebih kecil dari 0,05 yaitu <0,0001. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara sari jeruk nipis dengan sukrosa memberikan pengaruh terhadap total padatan terlarut formula minuman olahan jeruk nipis. Nilai *lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,1685 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 total padatan terlarut dengan model.

Pada hasil analisis total padatan terlarut nilai R^2 sebesar 0,9725 dan nilai *adjusted R²* sebesar 0,9647. Nilai *Adeq precision* sebesar 22,2232 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Data hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon fisika pengujian total padatan terlarut dapat dilihat pada Lampiran 10.

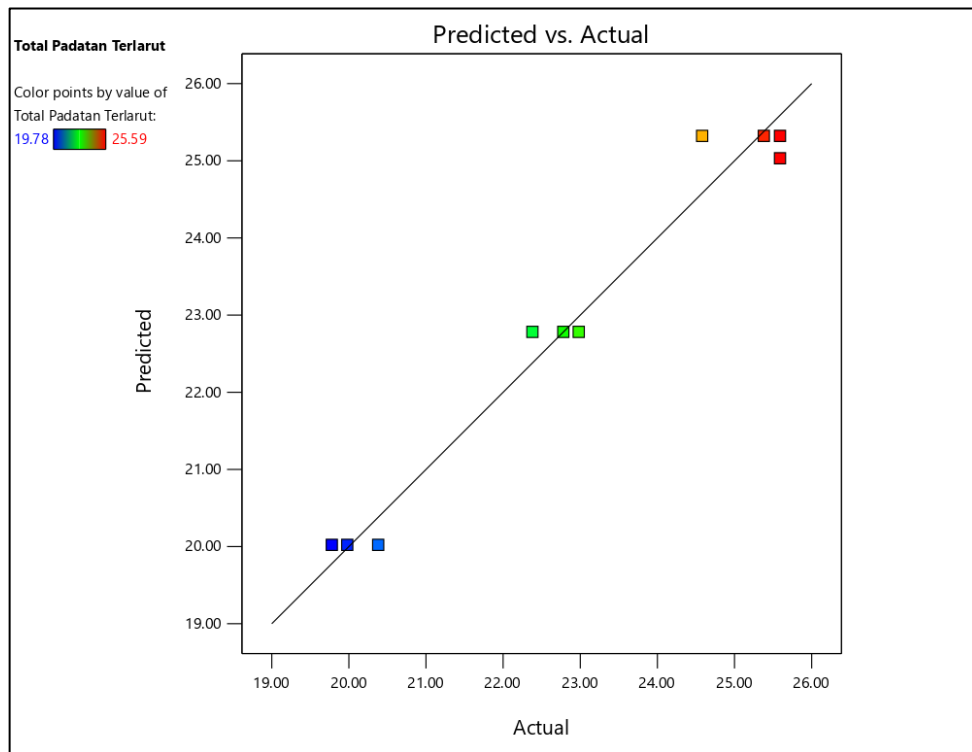
Persamaan model matematika untuk analisis respon fisika pengujian total padatan terlarut merupakan koefisien dari setiap faktor yang terdapat dalam persamaan berikut :

$$Y = 20,02 A + 22,78 B + 15,68 AB$$

Keterangan : A = Sari Jeruk Nipis

B = Sukrosa

Berdasarkan persamaan diatas, dapat disimpulkan bahwa komponen A (sari jeruk nipis), B (Sukrosa), dan AB (sari jeruk nipis dan sukrosa) berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut produk minuman olahan jeruk nipis yang ditandai dengan nilai positif (+). Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap kadar gula total adalah interaksi koefisien B (sukrosa). Hal ini disebabkan interaksi koefisien B paling tinggi nilainya (22,78). Semakin tinggi penambahan sukrosa maka akan meningkatkan total padatan terlarut. Sukrosa merupakan sumber padatan, sehingga ketika sukrosa di larutkan dalam air dan dengan adanya pemanasan maka sukrosa akan terurai menjadi glukosa dan fruktosa sehingga total padatan terlarut yang terukur juga akan meningkat. Sedangkan interaksi antar komponen AB (sari jeruk nipis dengan sukrosa) juga dapat meningkatkan total padatan terlarut. Sari jeruk nipis merupakan buah-buahan yang mengandung karbohidrat berupa gula-gula sederhana yang merupakan sumber padatan terlarut. Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil pengujian total padatan terlarut yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *Mixture D-Optimal* dapat dilihat pada Gambar 21.

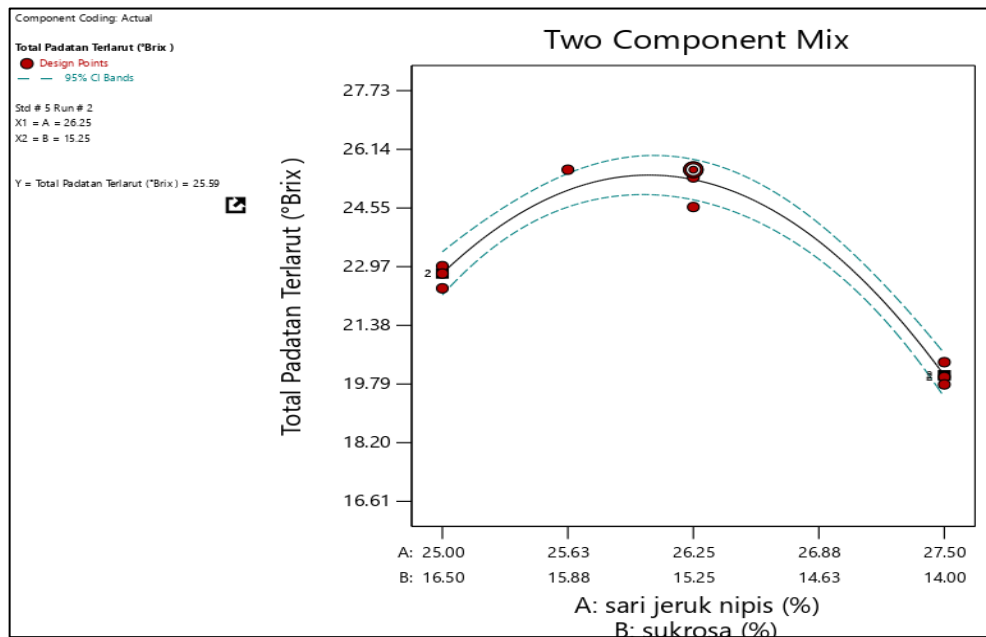


Gambar 21. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Hasil Pengujian Total Padatan Terlarut

Keterangan :

- : nilai total padatan terlarut tertinggi
- : nilai total padatan terlarut terendah

Berdasarkan grafik pada Gambar 21 dapat disimpulkan bahwa hasil analisis total padatan terlarut 10 formula setiap titik mendekati garis normal yang menunjukkan bahwa adanya pemenuhan model yang sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert Versi 13*.



Gambar 22. Grafik *Two Component Mix* Total Padatan Terlarut

Berdasarkan grafik *two component mix*, perbedaan ketinggian pada grafik menunjukkan nilai respon yang berbeda-beda untuk setiap kombinasi antar komponen berubah, dimana area yang rendah menunjukkan nilai total padatan terlarut yang rendah kemudian area yang tinggi menunjukkan total padatan terlarut yang tinggi. Grafik tersebut diperoleh dari hasil respon total padatan terlarut dari 10 formulasi yang tersedia. Sehingga dapat diketahui bahwa total padatan terlarut terendah sebesar 19,78°Brix dengan kombinasi sari jeruk nipis 27,50% dan sukrosa 14,00%, sedangkan total padatan terlarut tertinggi terdapat pada dua formulasi yaitu sebesar 25,59°Brix, formulasi pertama dengan kombinasi sari jeruk nipis sebesar 26,25% dan sukrosa sebesar 15,25% dan formulasi kedua dengan kombinasi sari jeruk nipis sebesar 25,63% dan sukrosa sebesar 15,88%. Total padatan terlarut yang terdapat pada minuman berasal dari kedua komponen yang ditambahkan.

Kadar gula total yang semakin meningkat dipengaruhi oleh banyaknya sukrosa yang ditambahkan, maka total padatan terlarut yang terhitung pada suatu produk nilainya akan semakin tinggi. Sari jeruk nipis juga dapat menjadi sumber padatan terlarut karena sari jeruk nipis juga mengandung karbohidrat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Evana (2007), menyatakan bahwa sari jeruk nipis memiliki total padatan terlarut sebesar 30,57°brix.

4.2.3. Hasil Respon Organoleptik

Analisis respon Organoleptik terhadap warna, aroma, dan rasa.

4.2.3.1. Warna

Warna merupakan hal pertama yang dapat diamati oleh konsumen dalam suatu penerimaan produk pangan. Warna merupakan suatu sifat bahan yang dianggap berasal dari penyebaran spektrum sinar. Warna bukan merupakan suatu zat atau benda, akan tetapi suatu sensasi seseorang akibat adanya rangsangan dari energi radiasi yang jatuh ke indra mata atau retina mata (Kartika, 1987). Apabila suatu produk pangan memiliki kenampakan warna yang menarik maka akan menimbulkan selera konsumen untuk mencicipi makanan atau minuman tersebut. Makanan atau minuman yang memiliki nilai gizi dan rasa yang enak, belum tentu akan diminati oleh konsumen apabila kenampakan warnanya tidak menarik (Winarno, 1989). Hasil analisis uji organoleptik terhadap atribut warna 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Data Hasil Analisis Respon Organoleptik Terhadap Warna

Sampel	Sari Jeruk Nipis (%)	Sukrosa (%)	Warna
F1	26,25	15,25	4,67
F2	26,25	15,25	4,73
F3	25,63	15,88	4,73
F4	27,50	14,00	4,70
F5	27,50	14,00	4,87
F6	25,00	16,50	5,00
F7	26,25	15,25	4,37
F8	27,50	14,00	4,77
F9	25,00	16,50	5,00
F10	25,00	16,50	4,97

Berdasarkan Tabel 17, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon organoleptik uji hedonik terhadap nilai atribut warna dari 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis yaitu berkisar antara 4,37-5,00. Nilai atribut warna terendah ditunjukkan oleh sampel F7 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh sampel F9. Nilai rata-rata untuk hasil pengujian atribut warna yaitu sebesar 4,78 dengan standar deviasi sebesar 0,1143. Rata-rata skor yang didapatkan pada tingkat kesukaan terhadap atribut warna, menurut Kartika (1987) adalah agak suka, hal ini dapat disebabkan karena penambahan konsentrasi sari jeruk nipis pada setiap formulasi berbeda-beda, sehingga warna minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan yaitu berwarna kuning pucat. Pada formulasi yang sama diantaranya sampel sampel F1 dan F2 memiliki selisih sebesar 0,07, sampel F1 dan F7 sebesar 0,30, serta sampel F2 dan F7 memiliki selisih sebesar 0,37, sampel F4 dan F5 sebesar 0,17, sampel F4 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,07, serta sampel F5 dan F8 memiliki selisih 0,10, sampel F6 dan F9 memiliki nilai yang sama yaitu

sebesar 5,00, sampel F6 dan F10 serta sampel F9 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,03.

Warna pada produk pangan dapat disebabkan oleh beberapa sumber diantaranya pigmen alami yang terdapat pada bahan pangan nabati maupun hewani, reaksi karamelisasi, reaksi maillard, dan adanya penambahan zat warna baik alami maupun sintetis (Syah,2012). Jeruk nipis mengandung pigmen karoten dan klorofil (Faharsari,2017).

Karotenoid merupakan pigmen (zat warna) berwarna kuning, merah dan oranye yang secara alami terdapat dalam tumbuhan dan hewan, seperti dalam jeruk, tomat, wortel, algae, lobster, dan lain-lain. Jenis karotenoid yang banyak terdapat di alam dan bahan makanan adalah β -karoten (berbagai buah-buahan yang kuning dan merah), likopen (tomat), kapxantin (cabai merah), dan biksin (annatis). Sifat-sifat kimia yang membedakan karotenoid dengan senyawa lain yaitu mudah teroksidasi, mempunyai sifat antioksidan, dan terjadi isomerisasi cis atau trans (Estiasih, 2016).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert Versi 13* untuk analisis respon organoleptik pengujian hedonik terhadap atribut warna adalah *quadratic*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5%, model yang direkomendasikan yaitu *quadratic* adalah *significant*, dengan nilai p “prob>F” lebih kecil dari 0,05 yaitu <0,0107. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara sari jeruk nipis dengan sukrosa memberikan pengaruh terhadap nilai atribut warna formula minuman olahan jeruk nipis. Nilai *lack of fit* lebih

besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,8996 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 nilai atribut warna dengan model.

Pada hasil analisis organoleptik terhadap atribut warna warna nilai R^2 sebesar 0,7262 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,6480. Nilai *Adeq precision* sebesar 6,3629 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Data hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon organoleptik terhadap atribut warna dapat dilihat pada Lampiran 11.

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

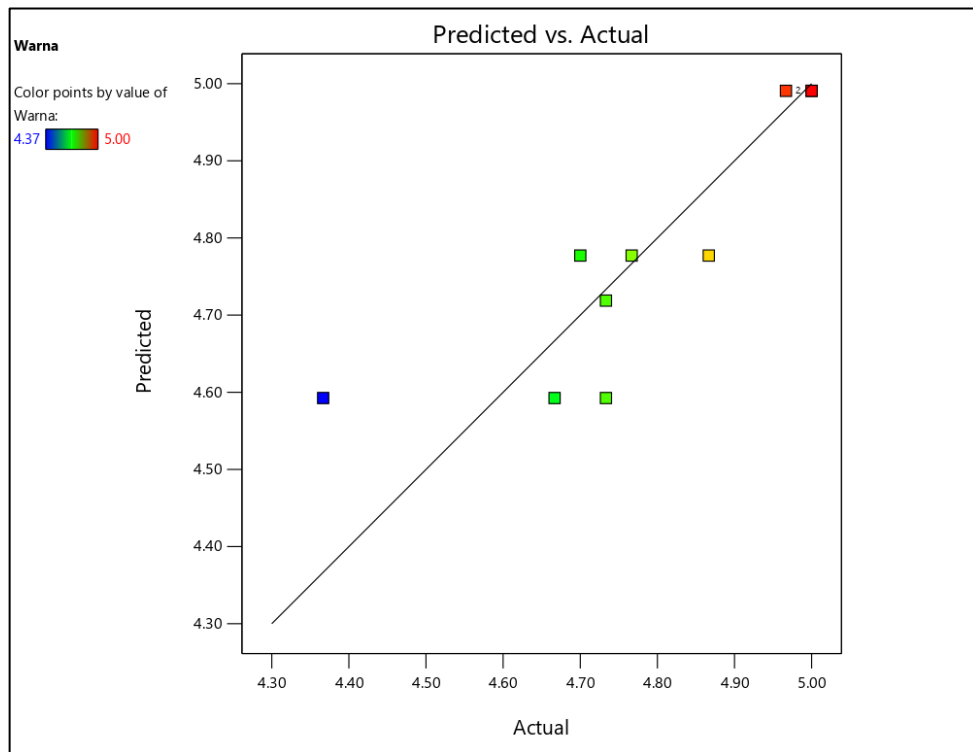
$$Y = 4,78 A + 4,99 B - 1,17 AB$$

Keterangan : A = Sari Jeruk Nipis

B = Sukrosa

Berdasarkan persamaan diatas, dapat disimpulkan bahwa komponen A (sari jeruk nipis) dan B (sukrosa) berpengaruh nyata terhadap atribut warna produk minuman olahan jeruk nipis yang ditandai dengan nilai nilai positif (+) sedangkan interaksi komponen AB (sari jeruk nipis dengan sukrosa) dapat menurunkan nilai respon organoleptik terhadap atribut warna produk yang

ditandai dengan nilai negatif (-). Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap atribut warna adalah interaksi koefisien B (sukrosa). Hal ini disebabkan interaksi koefisien B paling tinggi nilainya (4,99). Hal ini disebabkan karena pada saat proses pengolahan sukrosa mengalami pencoklatan akibat adanya reaksi maillard. Menurut Sutrisno (2014), reaksi maillard adalah reaksi yang terjadi antara asam amino dengan gula pereduksi apabila dipanaskan bersama-sama. Pencoklatan ini dapat mempengaruhi warna minuman olahan jeruk nipis, karena sari jeruk nipis memiliki warna kuning pucat dan ketika dicampurkan dengan sukrosa dan adanya proses pemanasan warnanya akan berubah menjadi kuning tidak terlalu pucat. Sedangkan interaksi antar komponen AB (sari jeruk nipis dengan sukrosa) dapat menurunkan nilai respon organoleptik atribut warna yang memiliki nilai terendah (-1,17). Semakin tinggi penambahan sari jeruk nipis dan semakin rendah konsentrasi sukrosa yang ditambahkan, menghasilkan minuman olahan jeruk nipis yang berwarna kuning pucat. Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil pengujian organoleptik terhadap atribut warna yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *Mixture D-Optimal* dapat dilihat pada Gambar 23.

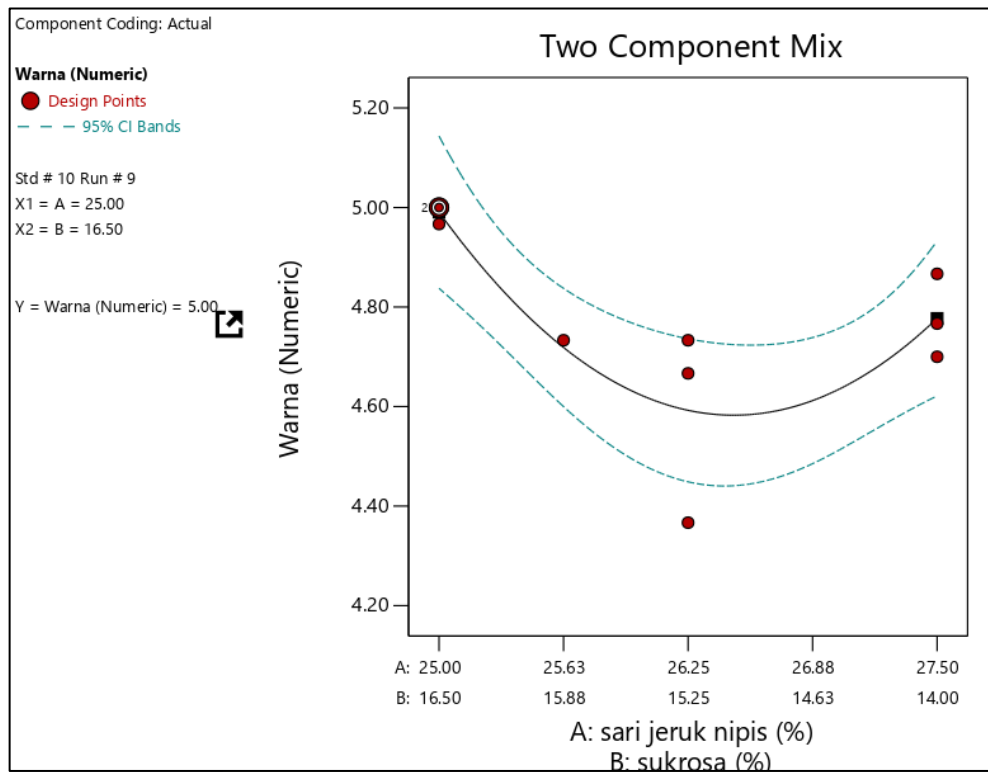


Gambar 23. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Hasil Uji Hedonik Atribut Warna

Keterangan :

- : nilai atribut warna tertinggi
- : nilai atribut warna terendah

Berdasarkan grafik pada Gambar 23 dapat disimpulkan bahwa hasil analisis uji hedonik terhadap atribut warna 10 formula, terdapat beberapa titik tidak mendekati garis normal yang menunjukkan bahwa pemenuhan model kurang sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert Versi 13*.



Gambar 24. Grafik *Two Component Mix* Uji Hedonik Atribut Warna

Berdasarkan grafik *two component mix*, perbedaan ketinggian pada grafik menunjukkan nilai respon yang berbeda-beda untuk setiap kombinasi antar komponen berubah, dimana area yang rendah menunjukkan nilai warna yang rendah kemudian area yang tinggi menunjukkan nilai warna yang tinggi. Grafik tersebut diperoleh dari hasil respon organoleptik uji hedonik terhadap warna dari 10 formulasi yang tersedia. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai atribut warna terendah sebesar 4,37 dengan kombinasi sari jeruk nipis 26,25% dan sukrosa 15,25%, sedangkan nilai atribut warna tertinggi sebesar 5,00 dengan kombinasi sari jeruk nipis 25,00% dan sukrosa 16,50%. Warna yang terdapat pada minuman berasal dari kedua komponen yang ditambahkan.

Menurut Delgado *et al* (2000), warna yang terdapat di dalam suatu produk pangan dapat ditentukan oleh konsentrasi pigmennya. Semakin tinggi konsentrasi pigmen menyebabkan tingkat kecerahan dan warna akan menjadi gelap. Hal ini berkaitan dengan berkaitan dengan semakin banyak gugus chromophore. Hal ini diduga berkaitan dengan banyaknya gugus chromophore. Gugus chromophore merupakan gugus pembawa warna pada suatu pigmen yang dimana semakin tinggi konsentrasi pigmen maka jumlah gugus chromophore semakin banyak dan mengakibatkan warna menjadi lebih gelap.

4.2.3.2. Aroma

Aroma dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat diamati menggunakan alat indra penciuman. Pengujian terhadap aroma suatu produk makanan atau minuman dianggap penting karena dapat memberikan penilaian suatu produk dapat diterima atau tidak dapat diterima. Aroma juga dapat dijadikan sebagai indikator terjadinya kerusakan pada produk (Kartika, 1987). Hasil analisis respon organoleptik terhadap aroma dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Data Hasil Analisis Respon Organoleptik Terhadap Aroma

Sampel	Sari Jeruk Nipis (%)	Sukrosa (%)	Aroma
F1	26,25	15,25	4,70
F2	26,25	15,25	4,77
F3	25,63	15,88	4,90
F4	27,50	14,00	4,73
F5	27,50	14,00	4,60
F6	25,00	16,50	4,57
F7	26,25	15,25	4,50
F8	27,50	14,00	5,13
F9	25,00	16,50	4,93
F10	25,00	16,50	4,80

Berdasarkan Tabel 18, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon organoleptik uji hedonik terhadap nilai atribut aroma dari 10 formulasi minuman olahan jeruk nipis yaitu berkisar antara 4,50-5,13. Nilai atribut aroma terendah ditunjukkan oleh sampel F7 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh sampel F8. Nilai rata-rata untuk hasil pengujian atribut aroma yaitu sebesar 4,76 dengan standar deviasi sebesar 0,2076. Rata-rata skor yang didapatkan pada tingkat kesukaan terhadap atribut aroma, menurut Kartika (1987) adalah agak suka, hal ini dapat disebabkan karena penambahan konsentrasi sari jeruk nipis yang berbeda-beda, semakin tinggi konsentrasi sari jeruk nipis maka semakin tajam aroma khas buah jeruk nipis. Pada formulasi yang sama diantaranya sampel sampel F1 dan F2 memiliki selisih sebesar 0,07, sampel F1 dan F7 sebesar 0,20, serta sampel F2 dan F7 memiliki selisih sebesar 0,27, sampel F4 dan F5 sebesar 0,13, sampel F4 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,40, serta sampel F5 dan F8 memiliki selisih 0,53, sampel F6 dan F9 memiliki selisih sebesar 0,37, sampel F6

dan F10 memiliki selisih sebesar 0,23, serta sampel F9 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,13.

Minuman olahan jeruk nipis menghasilkan aroma khas jeruk nipis. Aroma jeruk nipis ini dihasilkan dari senyawa limonene. Limonene merupakan senyawa hidrokarbon yang mengandung gugus terpen, cairan yang berwarna pucat, dan memiliki aroma jeruk yang sangat kuat. Limonene termasuk kedalam golongan monoterpen yang terbentuk dari dua unit senyawa isoprene yang dihasilkan oleh tumbuhan dari marga *Citrus*. Terdapat 2 macam limonene yang terdapat di alam diantaranya *l-limonene* yang memiliki aroma seperti turpentine dan *d-limonene* yang beraroma jeruk. Limonene dapat diperoleh dengan cara mengekstrak minyak jeruk dari kulit dan buah jeruk (Ismanto dan Wilianto, 2010).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert Versi 13* untuk analisis respon organoleptik pengujian hedonik terhadap atribut aroma adalah *mean*, namun selisih antara nilai *predicted R²* dengan *adjust R²* lebih dari 0,2 sehingga dilakukan *adjustment model* untuk respon aroma menjadi *quadratic*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5%, model yang direkomendasikan yaitu *quadratic* adalah *not significant*, dengan nilai p “*prob>F*” lebih besar dari 0,05 yaitu 0,7681. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara sari jeruk nipis dengan sukrosa memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap nilai atribut aroma formula minuman olahan jeruk nipis. Meskipun tabel ANOVA menunjukkan nilai *not significant*, tetapi dapat dilihat dari syarat nilai *lack of fit* harus “*not significant*”, nilai *Adeq precision* harus lebih besar dari 4, dan dapat dilihat dari nilai pengujian organoleptik dapat atau tidak diterima oleh panelis.

Nilai *lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,3732 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 nilai atribut aroma dengan model.

Pada hasil analisis uji organoleptik terhadap atribut aroma, nilai R^2 sebesar 0,0726 dan nilai *adjusted R²* sebesar -0,1924. Nilai *Adeq precision* sebesar 1,0028 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal tidak memadai terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih kecil dari 4 mengindikasikan sinyal yang tidak memadai sehingga tidak dapat digunakan sebagai *design space*. Berdasarkan hasil pengujian organoleptik terhadap atribut aroma menunjukkan nilai 4,50-5,13 (agak suka – suka) dan berarti panelis dapat menerima produk minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan. Data hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon organoleptik terhadap atribut aroma dapat dilihat pada Lampiran 11.

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

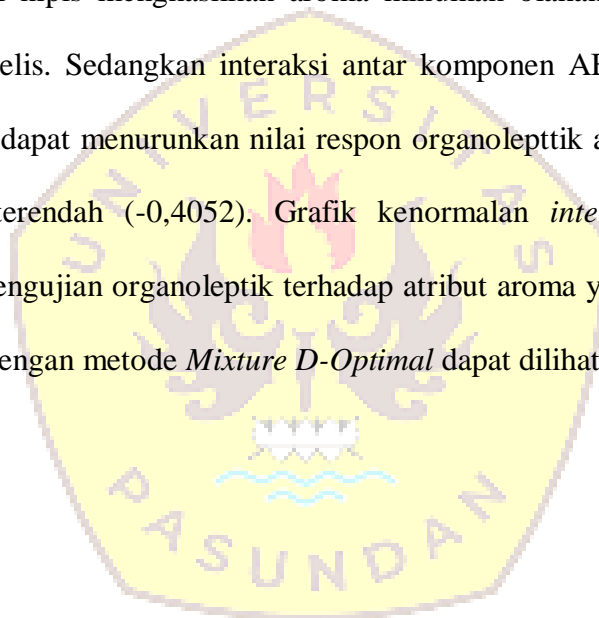
$$Y = 4,81 A + 4,79 B - 0,4052 AB$$

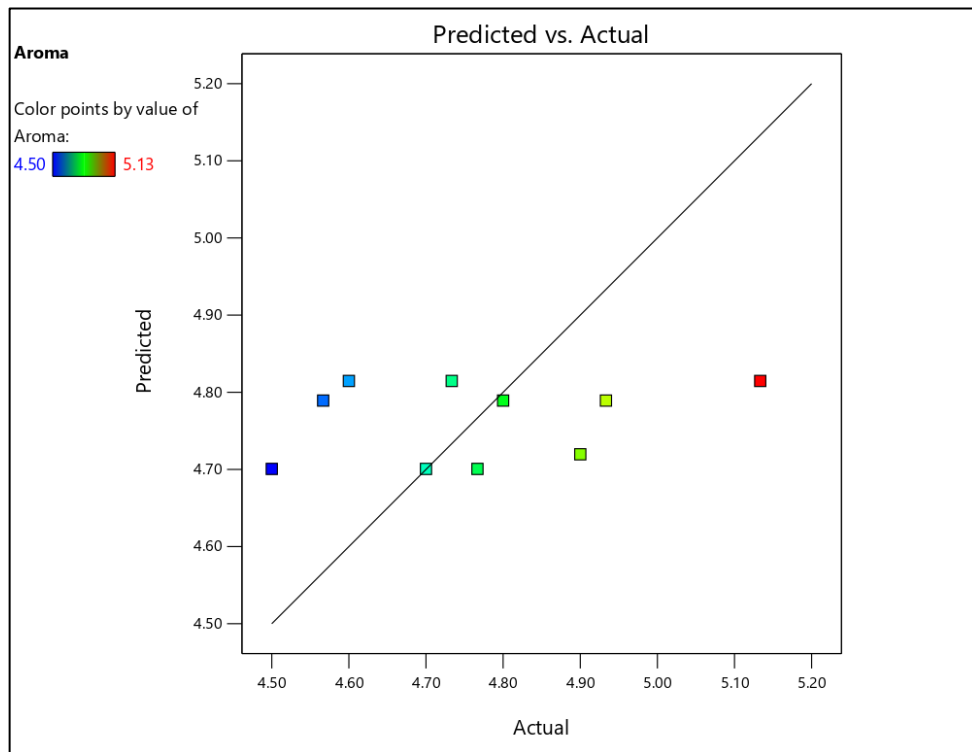
Keterangan : A = Sari Jeruk Nipis

B = Sukrosa

Berdasarkan persamaan diatas, dapat disimpulkan bahwa komponen A (sari jeruk nipis) dan B (Sukrosa) berpengaruh nyata terhadap atribut aroma produk minuman olahan jeruk nipis yang ditandai dengan nilai nilai positif (+)

sedangkan interaksi komponen AB (sari jeruk nipis dengan sukrosa) dapat menurunkan nilai respon organoleptik terhadap atribut aroma produk yang ditandai dengan nilai negatif (-). Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap atribut aroma adalah interaksi koefisien A (sari jeruk nipis). Hal ini disebabkan interaksi koefisien A paling tinggi nilainya (4,81). Proses ekstraksi pada buah jeruk nipis dapat menimbulkan aroma jeruk nipis yang lebih kuat karena senyawa limonene akan ikut terekstraksi. Semakin tinggi penambahan konsentrasi jeruk nipis menghasilkan aroma minuman olahan jeruk nipis yang disukai oleh panelis. Sedangkan interaksi antar komponen AB (sari jeruk nipis dengan sukrosa) dapat menurunkan nilai respon organoleptik atribut aroma yang memiliki nilai terendah (-0,4052). Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil pengujian organoleptik terhadap atribut aroma yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *Mixture D-Optimal* dapat dilihat pada Gambar 25.



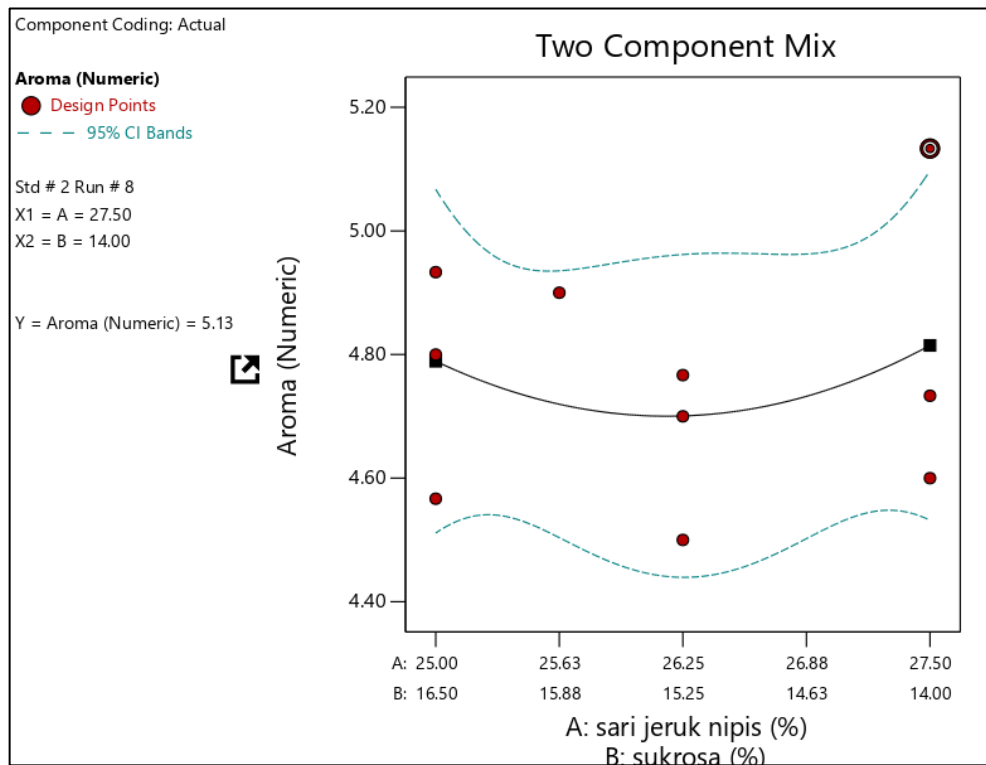


Gambar 25. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Hasil Uji Hedonik Atribut Aroma

Keterangan :

- : nilai atribut aroma tertinggi
- : nilai atribut aroma terendah

Berdasarkan grafik pada Gambar 25 dapat disimpulkan bahwa hasil analisis uji hedonik terhadap atribut aroma 10 formula, terdapat beberapa titik tidak mendekati garis normal yang menunjukkan bahwa pemenuhan model kurang sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert Versi 13*.



Gambar 26. Grafik *Two Component Mix* Uji Hedonik Atribut Aroma

Berdasarkan grafik *two component mix*, perbedaan ketinggian pada grafik menunjukkan nilai respon yang berbeda-beda untuk setiap kombinasi antar komponen berubah, dimana area yang rendah menunjukkan nilai aroma yang rendah kemudian area yang tinggi menunjukkan nilai aroma yang tinggi. Grafik tersebut diperoleh dari hasil respon organoleptik uji hedonik terhadap aroma dari 10 formulasi yang tersedia. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai atribut aroma terendah sebesar 4,50 dengan kombinasi sari jeruk nipis 26,25% dan sukrosa 15,25%, sedangkan nilai atribut aroma tertinggi sebesar 5,13 dengan kombinasi sari jeruk nipis 27,50% dan sukrosa 14,00%. Aroma yang dihasilkan berasal dari sari jeruk nipis.

4.2.3.3. Rasa

Rasa merupakan atribut yang sangat penting dalam menentukan keputusan akhir konsumen untuk dapat menerima atau menolak suatu produk pangan. Rasa timbul akibat adanya rangsangan kimiawi yang dapat diterima oleh indra pengecap yaitu lidah. Terdapat empat macam rasa dasar yang dapat di terima oleh indra pengecap yaitu manis, asin, asam, dan pahit. Bahan pangan tidak terdiri dari satu macam rasa, tetapi merupakan gabungan dari berbagai macam rasa secara keseluruhan sehingga menimbulkan cita rasa yang utuh. Rasa suatu bahan pangan merupakan hasil kerjasama indera penglihatan, penciuman, pengecap, pendengaran, dan perabaan yang turut berperan dalam pengamtan rasa suatu bahan pangan (kartika, 1987). Hasil analisis respon organoleptik terhadap rasa dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Data Hasil Analisis Respon Organoleptik Terhadap Rasa

Sampel	Sari Jeruk Nipis (%)	Sukrosa (%)	Rasa
F1	26,25	15,25	4,07
F2	26,25	15,25	4,10
F3	25,63	15,88	4,30
F4	27,50	14,00	3,97
F5	27,50	14,00	4,40
F6	25,00	16,50	4,83
F7	26,25	15,25	4,67
F8	27,50	14,00	4,77
F9	25,00	16,50	4,83
F10	25,00	16,50	5,07

Berdasarkan Tabel 19, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis respon organoleptik uji hedonik terhadap nilai atribut rasa dari 10 formulasi minuman

olahan jeruk nipis yaitu berkisar antara 3,97-5,07. Nilai atribut rasa terendah ditunjukkan oleh sampel F4 sedangkan nilai tertinggi ditunjukkan oleh sampel F10. Nilai rata-rata untuk hasil pengujian atribut rasa yaitu sebesar 4,50 dengan standar deviasi sebesar 0,2970. Rata-rata skor yang didapatkan pada tingkat kesukaan terhadap atribut rasa, menurut Kartika (1987) adalah agak suka, hal ini dapat disebabkan karena penambahan konsentrasi sari jeruk nipis dan sukrosa pada setiap formulasi berbeda-beda, sehingga rasa minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan yaitu ada yang asam dan manis. Pada formulasi yang sama diantaranya sampel sampel F1 dan F2 memiliki selisih sebesar 0,03, sampel F1 dan F7 sebesar 0,60, serta sampel F2 dan F7 memiliki selisih sebesar 0,57, sampel F4 dan F5 sebesar 0,43, sampel F4 dan F8 memiliki selisih sebesar 0,80, serta sampel F5 dan F8 memiliki selisih 0,37, sampel F6 dan F9 memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 4,83, sampel F6 dan F10 serta sampel F9 dan F10 memiliki selisih sebesar 0,23.

Minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan memiliki rasa manis, asam, dan sedikit pahit. Rasa manis pada minuman ini dihasilkan karena adanya penambahan sukrosa. Sukrosa atau gula berfungsi untuk memberikan cita rasa manis. Menurut Zuhra (2006), rasa manis disebabkan oleh senyawa organik alifatik yang mengandung gugus hidroksi (OH), beberapa asam amino, aldehid dan gliserol.

Jeruk nipis memiliki rasa yang asam karena mengandung asam sitrat (*citric acid*). Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang dapat ditemukan pada buah dan daun dari marga *Citrus*. Asam sitrat berperan sebagai antioksidan.

Konsentrasi asam sitrat yang tinggi dapat mencapai 8% dari bobot kering yang dapat ditemukan dalam jeruk nipis dan jeruk purut (Yusnita,2020).

Setyabudi (2011), menyatakan bahwa senyawa yang berperan dalam terbentuknya rasa pahit pada sari buah jeruk adalah *flavanone neohesperidoside* (naringin) dan limonoid (limonin). Rasa pahit akibat adanya senyawa naringin akan terasa ketika buah dikonsumsi segar. Sedangkan rasa pahit akibat adanya senyawa limonin baru terasa ketika jeruk diproses melalui proses ekstraksi dan pemanasan.

Naringin (naringenin 7- β -neohesperidoside) merupakan senyawa turunan naringenin yang bersifat larut dalam air dan terkandung di dalam flavedo, albedo, membran segmen, dan *juice sacs* pada buah jeruk. Rasa pahit akibat naringin akan sangat terasa ketika jumlahnya pada buah jeruk melampaui 700 ppm. Selama proses ekstraksi, naringin pada albedo dan segmen buah secara cepat akan masuk dan larut ke dalam ekstrak jeruk sehingga menyebabkan ekstrak jeruk menjadi pahit (Puri,1990).

Limonin merupakan senyawa turunan triterpene yang bersifat larut dalam air dan eter, alkohol, serta asam asetat glasial. Senyawa limonin merupakan senyawa dilakton sehingga memiliki dua kemungkinan bentuk monolakton, yaitu A-ring monolakton dan D-ring monolakton. Namun, secara alami, senyawa limonin yang terdapat dalam buah jeruk adalah A-ring monolakton. Senyawa limonin biasa disebut juga sebagai *delayed bitterness* karena efek pahitnya baru dapat dirasakan ketika buah jeruk mengalami proses pengolahan. Senyawa yang

terdapat pada buah jeruk segar adalah *limonoic acid A ring lactone* yang bertindak sebagai prekursor senyawa limonin. Ketika buah jeruk mulai mengalami proses ekstraksi, senyawa *limonoic acid A ring lactone* akan masuk ke dalam ekstrak jeruk. Pada kondisi asam tersebut, *limonoic acid A ring lactone* menjadi tidak stabil dan terkonversi menjadi senyawa limonin. Adanya proses panas seperti pasteurisasi menyebabkan semakin cepat dan banyak senyawa *limonoic acid A ring lactone* yang terkonversi menjadi limonin. Selama pembentukan partikel-partikel terlarut, limonin terdispersi ke dalam sari buah dan bila mencapai jumlah tertentu dapat menimbulkan rasa pahit. Senyawa prekursor limonin terkandung di dalam albedo, core, dan biji buah jeruk (Puri,1990).

Model polinomial yang direkomendasikan oleh program *Design Expert Versi 13* untuk analisis respon organoleptik pengujian hedonik terhadap atribut rasa adalah *quadratic*. Pada tabel ANOVA menunjukkan bahwa pada taraf 5%, model yang direkomendasikan yaitu *quadratic* adalah *not significant*, dengan nilai p “ $\text{prob}>F$ ” lebih besar dari 0,05 yaitu 0,0692. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi antara sari jeruk nipis dengan sukrosa memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap nilai atribut rasa formula minuman olahan jeruk nipis. Meskipun tabel ANOVA menunjukkan nilai *not significant*, tetapi dapat dilihat dari syarat nilai *lack of fit* harus “*not significant*”, nilai *Adeq precision* harus lebih besar dari 4, dan dapat dilihat dari nilai pengujian organoleptik dapat atau tidak diterima oleh panelis. Nilai *lack of fit* lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,5808 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 nilai atribut rasa dengan model.

Pada hasil analisis uji organoleptik terhadap atribut rasa, nilai R^2 sebesar 0,5337 dan nilai *adjusted* R^2 sebesar 0,4004. Nilai *Adeq precision* sebesar 4,0185 yang menunjukkan bahwa besarnya sinyal terhadap *noise ratio*. Nilai *Adeq precision* yang lebih besar dari 4 mengindikasikan sinyal yang memadai sehingga dapat digunakan sebagai *design space*. Berdasarkan hasil pengujian organoleptik terhadap atribut rasa menunjukkan nilai 3,97-5,07 (agak tidak suka – suka) dan berarti panelis dapat menerima produk minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan. Data hasil ANOVA dan persamaan polinomial analisis respon organoleptik terhadap atribut rasa dapat dilihat pada Lampiran 11.

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

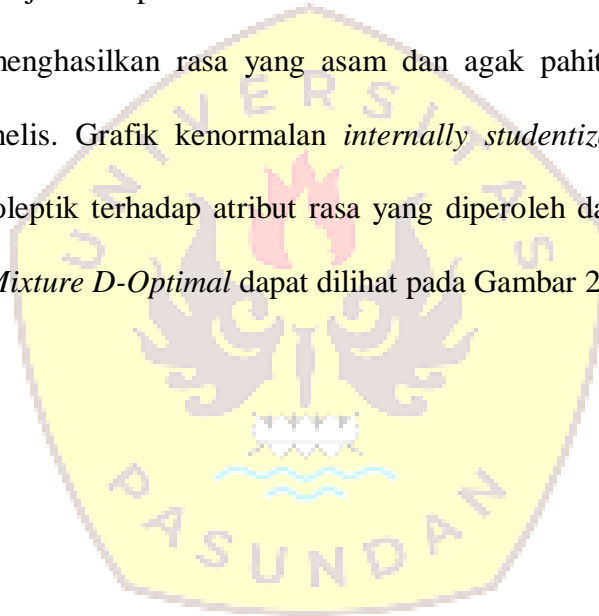
$$Y = 4,38 A + 4,89 B - 1,60 AB$$

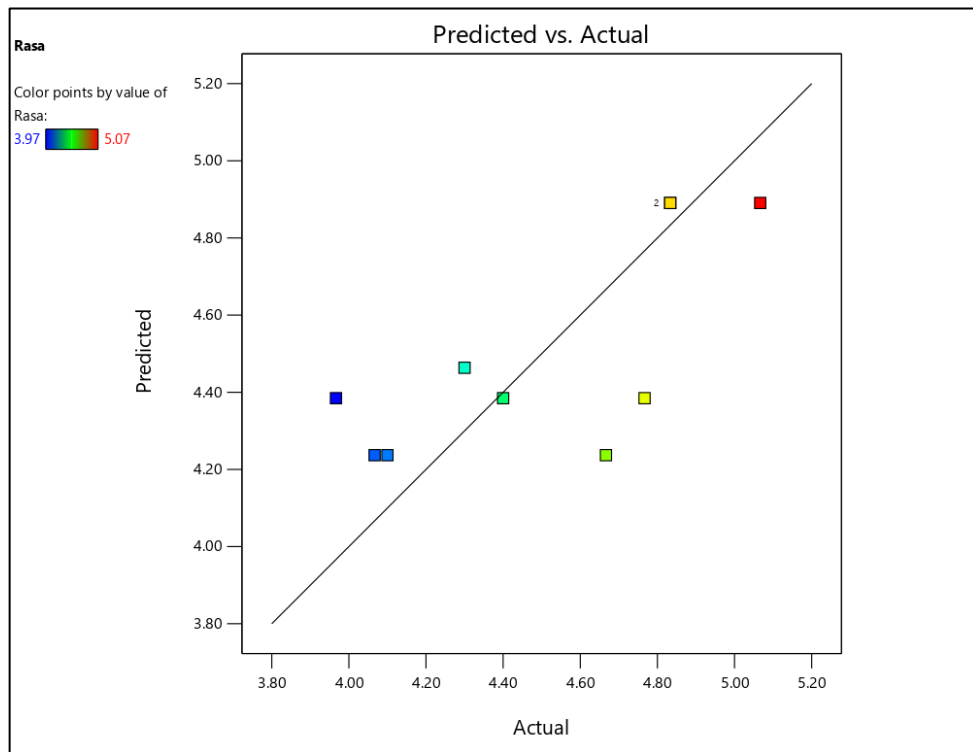
Keterangan : A = Sari Jeruk Nipis

B = Sukrosa

Berdasarkan persamaan diatas, dapat disimpulkan bahwa komponen A (sari jeruk nipis) dan B (Sukrosa) berpengaruh nyata terhadap atribut rasa produk minuman olahan jeruk nipis yang ditandai dengan nilai nilai positif (+) sedangkan interaksi komponen AB (Sari jeruk nipis dengan sukrosa) dapat menurunkan nilai respon organoleptik terhadap atribut rasa produk yang ditandai dengan nilai negatif

(-). Komponen yang paling besar berkontribusi terhadap atribut rasa adalah interaksi koefisien B (sukrosa). Hal ini disebabkan interaksi koefisien B paling tinggi nilainya (4,89). Semakin banyak penambahan konsentrasi sukrosa maka rasa minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan yaitu manis dan tidak terlalu asam, sehingga rasa minuman disukai oleh panelis. Sedangkan interaksi antar komponen AB (sari jeruk nipis dengan sukrosa) dapat menurunkan nilai respon organoleptik atribut rasa yang memiliki nilai terendah (-1,17). Semakin tinggi penambahan sari jeruk nipis dan semakin rendah konsentrasi sukrosa yang ditambahkan, menghasilkan rasa yang asam dan agak pahit sehingga kurang disukai oleh panelis. Grafik kenormalan *internally studentized residuals* hasil pengujian organoleptik terhadap atribut rasa yang diperoleh dari hasil penelitian dengan metode *Mixture D-Optimal* dapat dilihat pada Gambar 27.



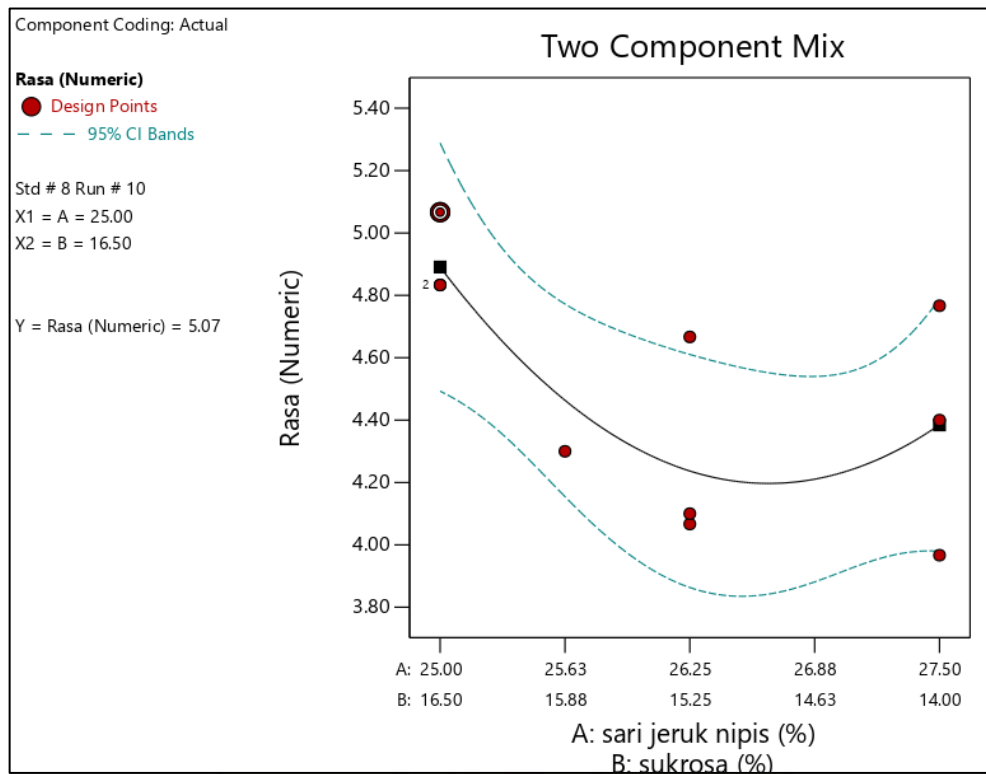


Gambar 27. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Hasil Uji Hedonik Atribut Rasa

Keterangan :

- : nilai atribut rasa tertinggi
- : nilai atribut rasa terrendah

Berdasarkan grafik pada Gambar 27 dapat disimpulkan bahwa hasil analisis uji hedonik terhadap rasa warna 10 formula, terdapat beberapa titik tidak mendekati garis normal yang menunjukkan bahwa pemenuhan model kurang sesuai dengan asumsi dari ANOVA program *Design Expert Versi 13*.



Gambar 28. Grafik *Two Component Mix* Uji Hedonik Atribut Rasa

Berdasarkan grafik *two component mix*, perbedaan ketinggian pada grafik menunjukkan nilai respon yang berbeda-beda untuk setiap kombinasi antar komponen berubah, dimana area yang rendah menunjukkan nilai rasa yang rendah kemudian area yang tinggi menunjukkan nilai rasa yang tinggi. Grafik tersebut diperoleh dari hasil respon organoleptik uji hedonik terhadap rasa dari 10 formulasi yang tersedia. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai atribut rasa terendah sebesar 3,97 dengan kombinasi sari jeruk nipis 27,50% dan sukrosa 14,00%, sedangkan nilai atribut rasa tertinggi sebesar 5,07 dengan kombinasi sari jeruk nipis 25,00% dan sukrosa 16,50%. Rasa yang disukai oleh panelis yaitu dengan penambahan konsentrasi sari buah jeruk nipis yang rendah dan konsentrasi sukrosa yang tinggi.

4.3. Formulasi Optimal

4.3.1. Penentuan Formula Optimal dengan Program *Design Expert Versi 13*

Proses optimalisasi formula minuman olahan jeruk nipis dilakukan setelah analisis respon pada penelitian utama dengan menggunakan program *Design Expert Versi 13*. Kemudian setiap respon hasil analisis dilakukan penetapan *goal* dan *importance* berdasarkan tingkat kepentingan pada setiap respon untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Penetapan *goal* dipilih berdasarkan nilai yang diinginkan pada setiap variabel berubah dan respon yang dapat dipilih diantaranya *minimize*, *in range*, dan *maximize*. Nilai pembobotan atau *importance* dipilih berdasarkan tingkat kepentingan pada setiap variabel berubah dan respon yang dapat dipilih yaitu 1 (+) hingga 5 (+++++). Semakin tinggi nilai *importance*, maka semakin penting tingkat pembobotannya. Nilai *importance* yang besar akan mendapatkan produk yang paling optimum, namun sulit untuk mendapatkan nilai *desirability* yang tinggi (Wahyudi,2012).

Nilai *desirability* merupakan nilai target optimasi yang dapat dicapai. Besarnya nilai *desirability* yaitu nol (0) hingga satu (1). Nilai *desirability* yang mendekati satu menandakan bahwa formula produk telah mencapai formula optimal dan sesuai dengan variabel respon yang diinginkan, sedangkan nilai *desirability* mendekati nol menandakan bahwa formula sulit untuk mencapai titik optimal (Wahyudi,2012). Penetapan *goal* dan *importance* pada setiap variabel berubah dan respon dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. *Goal* dan *Importance* untuk Tahapan Optimalisasi Formula Minuman Olahhan Jeruk Nipis

Variabel/Respon	Goal	Batas Bawah	Batas Atas	Importance
Sari Jeruk Nipis	<i>maximize</i>	25,00	27,50	5 (+++++)
Sukrosa	<i>minimize</i>	14,00	16,50	5 (+++++)
Kadar Vitamin C	<i>maximize</i>	23,80	29,85	5 (+++++)
Kadar Gula Total	<i>is in range</i>	20,15	26,91	3 (+++)
pH	<i>is in range</i>	2,76	2,95	3 (+++)
Total Padatan Terlarut	<i>maximize</i>	19,78	25,59	5 (+++++)
Warna	<i>maximize</i>	4,37	5,00	3 (+++)
Aroma	<i>maximize</i>	4,50	5,13	3 (+++)
Rasa	<i>maximize</i>	3,97	5,07	5 (+++++)

Sari jeruk nipis dioptimalkan dengan *goal maximize* dan tingkat *importance* 5 (+++++). Sari jeruk nipis merupakan bahan baku utama dalam pembuatan produk minuman, sehingga diharapkan dapat menghasilkan rasa jeruk nipis yang baik serta dapat menambahkan nilai gizi seperti vitamin C pada produk minuman olahan jeruk nipis.

Sukrosa dioptimalkan dengan *goal minimize* dan tingkat *importance* 5 (+++++). Penambahan sukrosa diharapkan dapat memberikan cita rasa manis pada produk minuman olahan jeruk nipis.

Kadar vitamin C dioptimalkan dengan *goal maximize* dan tingkat *importance* 5 (+++++). Vitamin C merupakan salah satu vitamin yang terdapat pada jeruk nipis dan bermanfaat untuk meningkatkan imunitas tubuh manusia, diharapkan produk minuman yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan vitamin C konsumen.

Kadar gula total dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* 3 (+++). Gula total merupakan suatu senyawa karbohidrat berupa monosakarida maupun disakarida (glukosa, galaktosa, fruktosa, sukrosa) dan berfungsi memberikan rasa manis.

Nilai pH dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* 3 (+++). Nilai pH merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat keasaman suatu produk, sehingga diharapkan produk yang dihasilkan memiliki keasaman yang dapat diterima oleh konsumen.

Total padatan terlarut dioptimalkan dengan *goal maximize* dan tingkat *importance* 5 (++++). Total padatan terlarut merupakan semua komponen senyawa kimia yang terlarut dalam suatu larutan, sehingga diharapkan produk minuman memiliki total padatan terlarut yang sesuai dengan SNI minuman sari buah yaitu minimal 11,2°Brix.

Warna dioptimalkan dengan *goal maximize* dan tingkat *importance* 3 (+++). Warna merupakan salah satu faktor yang dapat menjadi daya tarik konsumen, sehingga diharapkan warna produk minuman dapat disukai oleh konsumen

Aroma dioptimalkan dengan *goal maximize* dan tingkat *importance* 3 (+++). Aroma segar dari jeruk nipis diharapkan mampu menjadi daya tarik konsumen sehingga produk minuman dapat diterima dan disukai oleh konsumen.

Rasa dioptimalkan dengan *goal maximize* dan tingkat *importance* 5 (+++++). Rasa merupakan salah satu faktor utama yang memberikan pengaruh terhadap daya terima konsumen, sehingga diharapkan produk minuman olahan jeruk nipis dapat disukai oleh konsumen.

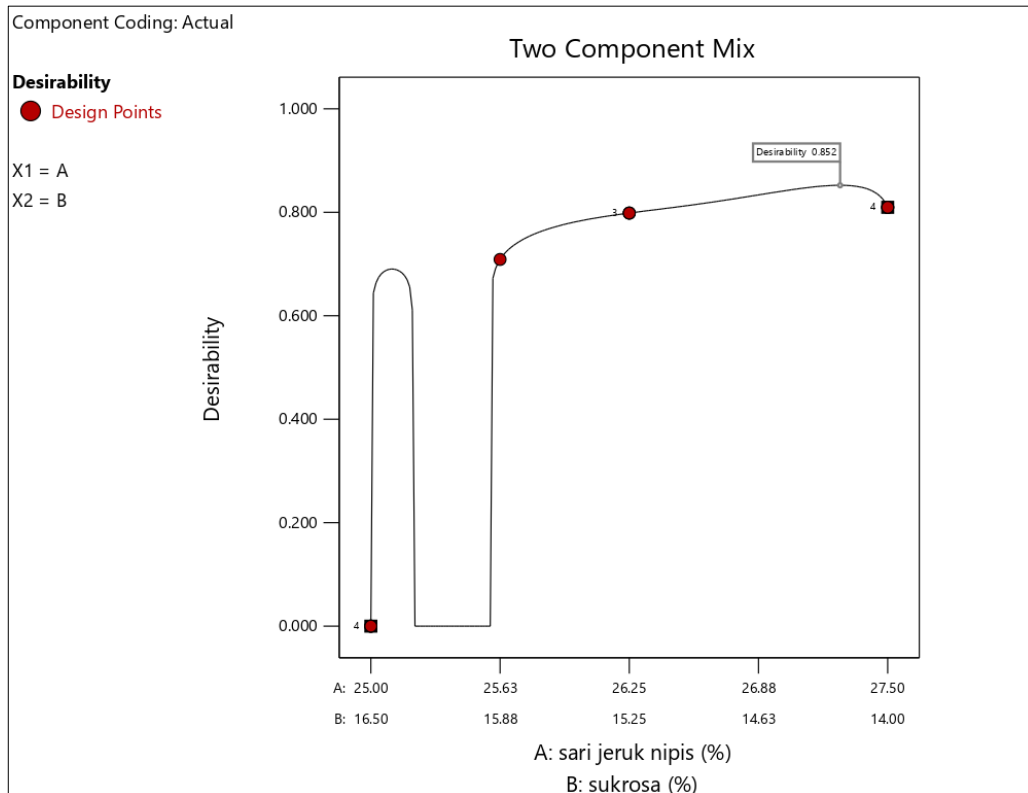
Pada tahapan penentuan formula optimal produk minuman olahan jeruk nipis menggunakan program *Design Expert Versi 13*, menghasilkan 1 rekomendasi formula optimal yang dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Hasil Prediksi Formulasi Optimal Minuman Olahan Jeruk Nipis dari Program *Design Expert Versi 13*

Formula Optimal	Sari Jeruk Nipis	Sukrosa	Kadar Vitamin C	Kadar Gula Total	pH	Total Padatan Terlarut	Warna	Aroma	Rasa	Desirability	
1	27.270	14.230	28.536	22.084	2.793	21.588	4.699	4.778	4.297	0.852	Selected
2	25.102	16.398	23.869	23.461	2.926	23.285	4.936	4.774	4.807	0.690	

Formulasi optimal 1 pada tabel diatas, produk minuman yang paling optimal dipilih berdasarkan nilai *desirability* yang paling terbesar dan mendekati angka 1. Nilai *desirability* formula optimal yaitu sebesar 0,852. Keterangan *selected* menunjukkan bahwa, berdasarkan hasil optimasi yang telah dilakukan, formula optimal 1 yang paling memenuhi target optimasi yang diinginkan.

Nilai ketepatan fomulasi dan nilai dari masing-masing respon analisis dapat dilihat pada nilai *desirability*. *Desirability* merupakan derajat ketepatan hasil solusi atau formulasi optimal. Menurut Nugraha (2014), nilai *Desirability* yang semakin mendekati angka 1 (satu), maka semakin tinggi nilai ketepatan formulasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *desirability* yang telah mencapai angka 1 (satu) maka nilai respon memiliki ketepatan yang tinggi. Grafik *desirability* minuman olahan jeruk nipis dapat dilihat pada gambar 29.



Gambar 29. Grafik *Desirability* Minuman Olahan Jeruk Nipis

Berdasarkan hasil rekomendasi program *Design Expert Versi 13*, maka formula optimal 1 (satu) akan dilanjutkan ke tahapan verifikasi formula optimal karena memiliki nilai *desirability* yang paling tinggi dan mendekati nilai 1 (satu).

4.3.2. Verifikasi Formula Optimal

Formula optimal yang dihasilkan akan digunakan sebagai formula dalam pembuatan produk minuman olahan jeruk nipis. Selanjutnya produk minuman ini akan dilakukan analisis sesuai dengan respon yang akan diamati. Tujuan dari pengujian ini yaitu untuk mengetahui nilai aktual dari formula optimal, sehingga dapat dibandingkan dengan prediksi yang diberikan oleh program *Design Expert Versi 13*.

Setelah dilakukan tahap optimasi, selanjutnya program *Design Expert Versi 13* akan memberikan prediksi nilai respon dari solusi formula optimal. Program *Design Expert Versi 13* memberikan *confident interval* (CI) dan *prediction interval* (PI) untuk setiap nilai prediksi respon. *Confident interval* (CI) adalah rentang yang menunjukkan ekspektasi rata-rata hasil pengukuran berikutnya pada taraf signifikansi tertentu. *Prediction interval* (PI) adalah rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran respon berikutnya dengan kondisi yang sama pada taraf signifikansi tertentu. Hasil verifikasi formula optimum dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Hasil Tahapan Verifikasi Setiap Respon

Respon	Hasil Analisis	Design Expert	95% CI Low	95% CI High	95% PI Low	95% PI High
Kadar Vitamin C	28,49	28,54	28.26	28.82	27.88	29.19
Kadar Gula Total	22,03	22,08	21.51	22.66	20.73	23.43
pH	2,84	2,79	2.78	2.81	2.76	2.83
Total Padatan Terlarut	21,18	21,59	21.10	22.07	20.45	22.72
Warna	4,97	4,70	4.57	4.83	4.40	5.00
Aroma	5,57	4,78	4.55	5.01	4.24	5.32
Rasa	5,17	4,30	3.97	4.63	3.52	5.07

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

Berdasarkan 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 respon kadar vitamin C, kadar gula total dan total padatan terlarut memenuhi 95% CI (*Confident Interval*) dan 95% PI (*Prediction Interval*). Pada respon organoleptik atribut warna memenuhi 95% PI (*Prediction Interval*). Sedangkan pada respon pH dan organoleptik terhadap atribut aroma dan rasa diluar nilai 95% CI (*Confident*

Interval); 95% PI (*Prediction Interval*) yang telah diprediksikan, akan tetapi nilai tersebut menunjukkan nilai yang diharapkan. Hal ini dikarenakan nilai organoleptik atribut aroma dan rasa melebihi nilai 95% PI (*Prediction Interval*). Pada atribut aroma yang di prediksikan sebesar 5,32 dan nilai uji sebesar 5,57, sedangkan atribut rasa di prediksikan sebesar 5,07 dan nilai uji sebesar 5,17. Sehingga nilai uji terhadap respon organoleptik terhadap atribut aroma dan rasa dianggap lebih baik dari nilai yang di prediksikan oleh program *Design Expert Versi 13* dan menunjukkan bahwa panelis menyukai aroma dan rasa dari produk minuman olahan jeruk nipis.

4.4. Perbandingan Formulasi Optimal dengan Produk Minuman Jeruk Nipis di Pasaran

Produk minuman memiliki karakteristik yang beragam yang dapat diakibatkan oleh adanya perbedaan bahan baku yang digunakan dan cara pengolahan produk. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada minuman jeruk nipis yang beredar dipasaran memiliki komposisi sebagai berikut; jeruk nipis, air, gula pasir, dan pengawet natrium benzoat. Pada penelitian ini komposisi bahan yang digunakan sama, tetapi yang membedakan adanya penambahan trehalosa. Trehalosa didalam penelitian ini berfungsi untuk menyeimbangkan rasa produk minuman. Dengan demikian diharapkan minuman olahan jeruk nipis yang dihasilkan dapat memiliki keunggulan, baik dari segi rasa maupun nilai gizi. Perbandingan karakteristik minuman olahan jeruk nipis dengan minuman jeruk nipis di pasaran disajikan pada Tabel 23.

Tabel 23. Perbandingan Formula Optimal dengan Sampel di Pasran

Respon yang Diamati	Sampel di Pasaran	Minuman Olahan Jeruk Nipis
Kadar Vitamin C	26,27 mg Vit.C /100g	28,49 mg Vit.C/100g
Kadar Gula Total	8,12 %	22,03 %
pH	2,86	2,84
Total Padatan Terlarut	7,15 °Brix	21,18 °Brix



VKESIMPULAN DAN SARAN

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

5.1.Kesimpulan

1. Program *Design Expert Versi 13* metode *Mixture D-Optimal* dapat menentukan formulasi optimal terhadap produk minuman olahan jeruk nipis. Formulasi yang di hasilkan oleh program ini yaitu berjumlah 10 formulasi. Dari 10 formulasi yang dihasilkan kemudian dilakukan analisis. Berdasarkan hasil analisis menunjukan bahwa *mixture order quadratic* untuk respon kadar vitamin C, menghasilkan model yang *significant* dengan *lack of fit yang significant*. *Mixture order quadratic* untuk kadar gula total, total padatan terlarut, dan warna menghasilkan model yang *significant* dengan *lack of fit yang not significant* pada keseluruhan respon pada seluruh formulasi. Pada respon aroma dilakukan *adjustment model* untuk respon aroma dari *mean* menjadi *quadratic*, menghasilkan model yang *not significant* dengan *lack of fit yang not significant*. Serta *mixture order quadratic* untuk respon rasa, menghasilkan model yang *not significant* dengan *lack of fit yang not significant*.
2. Hasil optimasi formula oleh program *Design Expert Versi 13*, didapatkan solusi formula optimal produk minuman olahan jeruk nipis dengan kombinasi sari jeruk nipis 27,27 % dan sukrosa 14,23%. Nilai *desirability* yang dihasilkan yaitu 0,852.

3. Berdasarkan hasil verifikasi formula optimum didapatkan Hasil analisis formula optimal di laboratorium menghasilkan kadar vitamin C sebesar 28,49 mg/100g , kadar gula total sebesar 22,03% dan total padatan terlarut sebesar 21,18°Brix memenuhi 95% CI (*Confident Interval*) dan 95% PI (*Prediction Interval*). Pada respon organoleptik atribut warna dengan skor 4,97 (agak suka) memenuhi 95% PI (*Prediction Interval*). Sedangkan pada respon pH 2,84 dan organoleptik terhadap atribut aroma dengan skor 5,57 (suka) dan rasa dengan skor 5,17 (suka) menghasilkan nilai diluar nilai 95% CI (*Confident Interval*); 95% PI (*Prediction Interval*) yang telah diprediksikan, akan tetapi nilai tersebut menunjukan nilai yang diharapkan.

5.2.Saran

1. Untuk meningkatkan rasa manis minumana olahan jeruk nipis perlu dilakukan penggantian sukrosa menjadi gula stevia agar tidak menimbulkan efek samping bagi kesehatan konsumen.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai umur simpan produk minuman olahan jeruk nipis, sehingga dapat mengetahui batas waktu kadaluarsa produk.
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai kemasan yang tepat untuk produk minuman olahan jeruk nipis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Nurul. 2012. **Karakteristik Minuman Sari Buah Bligo (*Benincasa hispida*) Dengan Penambahan Sukrosa Pada Suhu Pasteurisasi Yang Berbeda**. Pasundan Food Technology Journal.
- Alsuhendra dan Ridawati. 2013. **Bahan Toksik Dalam Makanan**. PT. Remaja Rosdakarya : Bandung.
- Almatsier, Sunita. 2004. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Anna, K. 2012. **Khasiat dan Manfaat Jeruk Nipis**. Stomata : Surabaya.
- AOAC. 2005. **Official Methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists, Benjamin Franklin Station, Washington D. C.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2013. **Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pengawet**. BPOM : Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2010. **Gula Kristal**. SNI 3140.3:2010. Badan Standardisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. **Minuman Sari Buah**. SNI 3719:2014. Badan Standardisasi Nasional : Jakarta.
- Baedhowie. 1983. **Methods Of Analysis Food Technology**. Arlington. Virginia.
- Bas, D dan Boyaci, I.H. 2007. **Modeling And Optimization I: Usability Of Response Resurface Methodology**. Journal of Food Engineering.78: 836-845.
- Betoret, E, *et al.* 2016. **Effect Of High Pressure Processing And Trehalose Addition On Functional Properties Of Mandarin Juice Enriched With Probiotic Microorganism**. Food Science and Technology. xxx: 1-5.
- Buckle, K.A., R.A. Edward, G.H. Fleet, dan M. Loutton. 1987. **Ilmu Pangan**. Penerjemah Hadi Purnomo. Universitas Indonesia Press : Jakarta.
- Borhan, F. P. *et al.* 2014. **The Use of D-Optimal Mixture Design in Optimising Okara Soap Formulation for Stratum Corneum Application**. The Scientific World Journal. Volume 2014 : 8.
- Cahyadi, Wisnu. 2009. **Bahan Tambahan Pangan**. Bumi Aksara : Jakarta.

- Davies, F. S. and L. G. Albrigo. 1994. *Citrus*. CAB International. Wellingford, UK.
- Delgado-Vargaz, F., Jimenez, A. R., and Paredes-Lopez, O. 2000. *Natural Pigments :Carotenoids, Anthocyanins, and Betanins – Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 40 (3) : 173-289.
- Desrosier, N.W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Penerjemah M. Muljohardjo. UI Press : Jakarta.
- Effendi, M. Supli. 2015. **Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan**. Alfabeta : Bandung.
- Endris, Atma. 2020. **Bertanam Jeruk Nipis dalam Pot**. Hikam Pustaka : Yogyakarta.
- Estisih, Teti. 2016. **Kimia Dan Fisik Pangan**. Bumi Aksara : Jakarta.
- Evana Y. 2007. **Kajian Pembuatan Sirup Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*)**. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Fitriyana, Ratna Ayu. 2017. **Perbandingan Kadar Vitamin C Pada Jeruk Nipis (*Citrus X Aurantiifolia*) Dan Jeruk Lemon (*Citrus X Limon*)Yang Dijual Di Pasar Linggapura Kabupaten Brebes**. Publikasi Ilmiah Civitas Akademika Politeknik Mitra Karya Mandiri Brebes. 2 (2): 3-9.
- Hidayat, Iyan Rifky. Zuhrotun, Ade. Sopyan, Iyan. 2020. **Design-expert Software sebagai Alat Optimasi Formulasi Sediaan Farmasi**. Majalah Farmasetika. 6(1) : 99-120.
- Hidayat, M. Adetya. 2017. **Penambahan Sari Jeruk Nipis Terhadap Karakteristik Sirup Labu Siam**. JOM FAPERTA UR. 4(2) : 6
- Higashiyama, Takanobu. 2002. *Novel Functions And Applications Of Trehalose*. Pure Appl. Chem. 74(7): 1263–1269.
- Hulme,A.C. 1971. *The Biochemistry of Fruit and Their Products*. Academic Press.London.
- Ibrahim, A Rachman, dkk. **Kimia Pangan**. Bening media Publishing : Palembang.
- Ismanto, Adrian Evan dan Wilianto, Rendy. 2010. **Perencanaan Pabrik Limonene Dari Limbah Kulit Jeruk Kapasitas 15 Ton/Hari**. Teknik Kimia. Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya.

- Istianah, Nur., Fitriadinda, Hilya., Murtini, Erni Sofia. 2019. **Perencanaan Pabrik Untuk Industri Pangan**. UB Press : Malang.
- Irfan, Yusuf. 2021. **Optimasi Formula Sari Buah Campuran Murbei Hitam Dan Campolay (Beipolai) Menggunakan *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal* Dan Pendugaan Umur Simpanannya**. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Kartika, Bambang. 1987. **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi : Yogyakarta.
- Khurniyati, Maylina Ilhami, dkk. 2015. **Karakteristik Minuman Sari Apel Berbagai Varietas**. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 3(2): 523-529.
- Kopjar, Mirela., *et al.* 2016. ***Influence Of Trehalose Addition On Antioxidant Activity, Colour And Texture Of Orange Jelly During Storage***. International Journal of Food Science and Technology. 51: 2640–2646.
- Lingke, Bruna G.O. 2018. ***Food Additives And Their Health Effects: A Review On Preservative Sodium Benzoate***. African Journal of Biotechnology. 17(10): 306-310.
- Maruzar, T., F.J. Burnama., Azhar., S.R. Hayati. 2011. **Pengolahan Sari Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava L.*) Skala Home Industri Di Desa 64 Labaro Skep**. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Syiah Kuala. Aceh.
- Mastriani, Rully. 2016. **Pengaruh Waktu Dan Massa Zat Asam Benzoat Terhadap Kadar Vitamin C Dalam Pembuatan Sirup Mangga**. Jurnal Redoks. 1(2) : 50-55.
- Muhlisah, Fauziah. 2007. **Tanaman Obat Keluarga**. Jakarta : Niaga Swadaya.
- Murningsih, Kalis. 2019. **Pengaruh Penambahan Kulit Buah Naga Merah Dan Asam Sitrat Terhadap Aktivitas Antioksidan, Stabilitas Suspensi Dan Tingkat Kesukaan Sari Buah Naga Merah**. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Agroindustri. Universitas Mercu Buana. Yogyakarta.
- Nugroho, A. 2012. **Pemanfaatan Software dalam Penelitian**. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Nurhayati, Dwi Putri. 2016. **Optimalisasi *Edam Cheese, Natural Cheddar Cheese Isolat Soy Protein* Terhadap *Spreadable Cheese Analogue* Menggunakan Aplikasi *Design Expert (Mixture Design)***. Program Studi Teknologi pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.

- Nurman, Salfauqi. 2018. **Pengaruh Konsentrasi Natrium Benzoat Dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Minuman Sari Nanas (*Ananas comosus L.*)**. Jurnal Penelitian Pasca Pertanian. 15(3): 140-146.
- Octaviani LF. 2014. **Pengaruh Berbagai Konsentrasi Gula terhadap Aktivitas Antioksidan dan Tingkat Penerimaan Sari Buah Buni (*Antidesma bunius*)**. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Pantastico, B.E.R. 1986. **Fisiologi Pasca Panen**. Universitas Gajah Mada Press : Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 1999. **Bahan Tambahan Pangan**. Permenkes No. 1168/ Menkes/Per/X/1999 : Jakarta.
- Praja, Deny Indra. 2015. **Zat Aditif Makanan**. Garudhawaca : Yogyakarta.
- Pertiwi, Mentari Febrianti Darma. 2014. **Pengaruh Proporsi (Buah:Sukrosa) Dan Lama Osmosis Terhadap Kualitas Sari Buah Stroberi (*Fragaria vesca L.*)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2(2): 82-90.
- Puspaningtyas, Desty Ervira. 2013. *The Miracle of Fruits*. PT AgroMedia Pustaka : Jakarta.
- Ramadhianto, Aldino. 2017. **Uji Bioaktivitas Crude Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* Secara *In Vitro***. Program Studi Biologi. Fakultas Biologi. Universitas Medan Area. Medan.
- Rasmaniar. 2021. **Pengantar Kesehatan & Gizi**. Yayasan Kita Menulis : Medan.
- Retno dan Murdijati. 2013. **Pendidikan Konsumsi Pangan**. Kencana Prenada Media Group : Jakarta.
- Rohman, A., dan Soemantri. 2007. **Analisis Makanan**. Universitas Gadjah Mada Press : Yogyakarta.
- Sahid, S.C. 2015. **Optimasi Dendeng Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostearus*) Dengan Menggunakan *Design Expert* Metoda D-Optimal**. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Sarwono,B.2001. **Khasiat dan Manfaat Jeruk Nipis**. Agro Media Pustaka : Jakarta.
- Setyabudi, Dondi. 2011.**Teknologi Penghilang Rasa Pahit Jus Jeruk**. Badan Litbang Pertanian. Sinar Tani. Edisi 1622 no.3431 tahun XLII.
- Sudarmadji, Slamet, dkk. 2010. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty Yogyakarta : Yogyakarta.

- Sukandar, Dede. 2014. **Aktivitas Antioksidan dan Mutu Sensori Formulasi Minuman Fungsional Sawo-Kayu Manis**. Jurnal Kimia. 4(2): 80-89.
- Sunarti. 2021. **Antioksidan Dalam Penanganan Sindrom Metabolik**. UGM Press : Yogyakarta.
- Sutrisno, Clara Dea Nastasia. 2014. **Pengaruh Penambahan Jenis Dan Konsentrasi Pasta (Santan Dan Kacang) Terhadap Kualitas Produk Gula Merah**. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2(1) : 97- 105.
- Syah, Dahrul. 2012. **Pengantar Teknogi Pangan**. IPB Press : Bogor.
- Tiaraswara, Rayi Annisa. 2021. **Optimalisasi Formulasi *Hard Candy* Ekstrak Daun Mulberry (*Morus Sp.*) Dengan Menggunakan *Design Expert Metode D-Optimal***. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Triana, Anggeraini. 2014. **Uji Kualitas Mikrobiologi Minuman Olahan “Teh Poci” Berdasarkan Nilai MPN Coliform diKecamatan Jekan Raya Kota Palangka Raya**. Program Studi Pendidikan Biologi. Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan.IAIN. Palangkaraya.
- Trihaditiya, Riza. 2018. **Penentuan Nilai Optimasi Dari Karakteristik Organoleptik Aroma Dan Rasa Produk Teh Rambut Jagung Dengan Penambahan Jeruk Nipis Dan Madu**. Jurnal Agroscience. 6(1).
- Ulfah, Syarifah. 2017. **Optimalisasi Formulasi Minuman *Jelly Lidah Buaya (Aloe vera L.)* Dan Daun *Black Mulberry (Morus nigra L.)* Menggunakan *Design Expert Metode Mixture D-Optimal***. Pasundan Food Technology Journal. 4(3).
- Wahyudi. 2012. **Optimasi Formula Produk Extruksi Snack Makaroni dari Tepung Sukun (*Artocarpus altilis*) dengan Metode Desain Campuran (*Mixture Design*)**. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Winarno, F.G. 2019. **Kimia Pangan Dan Gizi**. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Wulandari, Citra Tenri. 2016. **Optimalisasi Formulasi Minuman Fungsional *Black Mulberry (Morus nigra L)* Dengan *Design Expert Metode Mixture D-Optimal***. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Wulandari, Dini. 2021. **Karakteristik Kimia Dan Derajat Keasaman Minuman Sari Buah Pedada (*Sonneratia sp.*) Dengan Penambahan Natrium Benzoat**. Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi. 20(1): 35-44.

Yunianto, Andi Eka, dkk. 2021. **Ilmu Gizi Dasar**. Yayasan Kita Menulis : Jakarta.

Yusnita, M. 2020. **Asam, Basa, dan Garam di Lingkungan Kita**. Alprin : Semarang.

Yuwono, Sudarminto Setyo dan Waziroh, Elok. 2019. **Pengolahan Tepung Trigu dan Industri Olahannya**. UB Press : Malang.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisis Kimia

1. Kadar Vitamin C (AOAC,2005)

Metode : Iodimetri

Prosedur Analisis :

1. Siapkan sampel sebanyak 5 ml, lalu masukan sampel ke dalam labu erlenmeyer
2. Kemudian tambahkan 100 ml aquadest dan 5 ml amilum
3. Setelah itu campurkan semua larutan ke dalam labu Erlenmeyer dan titrasi dengan larutan iodium hingga TAT berwarna biru.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Vitamin C (\%)} = \frac{VI_2 \times NI_2 \times BE \text{ Vit C} \times 100}{W_s}$$

2. Kadar Gula Total (AOAC, 2005)

Metode : Luff Schoorl

Prosedur Analisis :

Siapkan sampel sebanyak 2 gram (Vs), kemudian dimasukkan kedalam labu takar 100 mL dan tanda bataskan menggunakan aquadest (Larutan A). Penentuan kadar gula total terbagi menjadi dua tahapan analisis yaitu penentuan kadar gula sebelum inversi dan penentuan kadar gula setelah inversi.

➤ Kadar gula sebelum inversi

1. Pipet 10 mL larutan A, setelah itu masukan kedalam erlenmeyer 250 mL

2. Kemudian tambahkan aquades sebanyak 15 mL dan larutan luff schoorl sebanyak 10 mL, lalu aduk hingga homogen dan dipanaskan selama 10 menit
 3. Amati letupan pertama kemudian dinginkan larutan tersebut
 4. Setelah itu tambahkan 10 mL H_2SO_4 6N dan tambahkan 1 gram KI, lalu aduk hingga larut
 5. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N hingga TET (Titik Ekuivalen Titrasi) berwarna kuning jerami, setelah itu tambahkan 1 mL indikator amilum 1%, dan titrasi kembali hingga TAT warna biru hilang
- Kadar gula setelah inversi
1. Pipet 10 ml larutan A, setelah itu masukan kedalam Erlenmeyer 250 mL
 2. Kemudian tambahkan aquadest sebanyak 15 mL dan HCL 9,5N sebanyak 10 mL, lalu dipanaskan selama 15 menit
 3. Amati letupan pertama kemudian dinginkan larutan tersebut
 4. Setelah itu netralkan dengan penambahan 2 tetes PP (phenoftalien) sebagai indikator dan NaOH 30% sampai berwarna merah muda. Jika kelebihan basa, tambahkan HCL 9,5N
 5. Selanjutnya larutan tersebut diencerkan kedalam labu takar 100 ml dan tambahkan aquadest hingga tanda batas (Larutan B)
 6. Kemudian pipet 10 ml larutan B dan masukan kedalam Erlenmeyer 250 ml

7. Kemudian tambahkan aquadest sebanyak 15 mL dan larutan luff schoorl sebanyak 10 mL, lalu aduk hingga homogen dan dipanaskan selama 10 menit dari letupan pertama dan dinginkan
8. Setelah itu tambahkan 10 mL H₂SO₄ 6N dan tambahkan 1 gram KI, lalu aduk hingga larut
9. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,1 N hingga TET berwarna kuning jerami, setelah itu tambahkan 1mL indikator amilum 1%, dan titrasi kembali hingga warna biru hilang

➤ Pembakuan Natrium Tiosulfat (Na₂S₂O₃)

1. Pertama timbang 30 mg KIO₃ dan masukan kedalam erlenmeyer 250 ml
2. Kemudian tambahkan 10 ml H₂SO₄ 6N dan tambahkan 1 gram KI
3. Setelah itu titrasi dengan tiosulfat 0,1 N hingga kuning jerami, lalu tambahkan 1 ml larutan amilum 1% dan titrasi kembali sampai warna biru hilang

Perhitungan :

$$\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{(V_b - V_s) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0,1}$$

$$\text{Kadar gula sebelum inversi} = \frac{\text{mg glukosa (tabel)} \times \text{FP}}{\text{Ws} \times 1000}$$

$$\text{Kadar gula setelah inversi} = \frac{\text{mg glukosa (tabel)} \times \text{FP}_1 \times \text{FP}_2}{\text{Ws} \times 1000}$$

$$\text{Kadar Disakarida} = (\text{Kadar gula setelah inversi} - \text{Kadar gula sebelum inversi}) \times 0,95$$

$$\text{Kadar Gula total} = \text{Kadar gula sebelum inversi} + \text{kadar disakarida}$$

Keterangan :

mg gula invert berdasarkan tabel *Luff Schoorl*.

0.1 N Na ₂ S ₂ O ₃	Glucose, Fructose or invertsuker	
ml	mg	C
1	2,4	
2	4,8	2,4
3	7,2	2,4
4	9,7	2,5
5	12,2	2,5
6	14,7	2,5
7	17,2	2,5
8	19,8	2,6
9	22,4	2,6
10	25,0	2,6
11	27,6	2,6
12	30,3	2,7
13	33,0	2,7
14	35,7	2,7
15	38,5	2,8
16	41,3	2,8
17	44,2	2,9
18	47,1	2,9
19	50,0	2,9
20	53,0	3,0
21	56,0	3,0
22	59,1	3,1
23	62,2	3,1

Sumber : SNI 01.2891-1992

3. Nilai pH (AOAC, 2005)

Metode : pH meter

Prosedur Analisis :

1. Siapkan sampel yang akan di analisis dan masukan sampel kedalam *beaker glass*
2. Siapkan larutan buffer pH 4 dan pH 7, kemudian masukan elektroda dari pH meter ke dalam larutan buffer untuk mengkalibrasi alat. Kemudian elektroda dibersihkan menggunakan aquadest dan dikeringkan dengan tissue.
3. Setelah itu masukan pH meter yang telah dikalibrasi ke dalam sampel yang akan dianalisis keasamannya dan catatat nilainya.

Lampiran 2. Prosedur Analisis Fisika

1. Total Padatan Terlarut (Baedhowie,1983)

Metode : Hand Refraktometer

Prosedur Analisis :

1. Alat Hand Refraktometer dilakukan kalibrasi menggunakan air yang memiliki suhu 20°C, setelah itu ukur indeksnya (0% Brix)
2. Siapkan sampel yang akan di analisis sebanyak 5 mL, kemudian teteskan pada kaca detektor, selanjutnya ditutup dan arahkan ke sumber cahaya, kemudian ukur indeksnya.
3. Pada sampel yang dianalisis, total padatan terlarut ditunjukkan dengan adanya batas terang dan batas gelap. Padatan terlarut dinyatakan dalam % Brix.

Perhitungan :

$$\text{Total Padatan Terlarut} = \text{°Brix} + \% \text{ Brix tabel}$$

Keterangan :

% Brix tabel berdasarkan tabel Total Padatan Terlarut.

Tabel A.2. Koreksi Pembacaan Refraktometer dengan Skala Indikasi Sukrosa untuk Suhu Selain 20 °C

Suhu	Sukrosa, g/100g									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Dikurangi dari konsentrasi sukrosa										
17.0	0.18	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23
18.0	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16
19.0	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08
Ditambahkan terhadap konsentrasi sukrosa										
21.0	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.08	0.08
22.0	0.13	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16
23.0	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24
24.0	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.32
25.0	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40
26.0	0.42	0.43	0.44	0.46	0.46	0.46	0.47	0.47	0.49	0.48
27.0	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56
28.0	0.58	0.59	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64	0.65
29.0	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.73	0.73
30.0	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82
31.0	0.83	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90
32.0	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Sumber : SNI 3719:2014

Lampiran 4. Kebutuhan Bahan Baku Setiap Formulasi

1. Penelitian Pendahuluan

Tabel 24. Kebutuhan Bahan Penelitian Pendahuluan Pembuatan Sari Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Jeruk Nipis	100 gram
Jumlah		100 gram

Tabel 25. Kebutuhan Bahan Formulasi Awal Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	26,50	39,75	20%	47,70
2	Sukrosa	15,00	22,50	20%	27,00
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

2. Penelitian Utama

Basis = 150 ml

Tabel 26. Kebutuhan Bahan Formulasi 1 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	26,25	39,38	20%	47,25
2	Sukrosa	15,25	22,88	20%	27,45
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 27. Kebutuhan Bahan Formulasi 2 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	26,25	39,38	20%	47,25
2	Sukrosa	15,25	22,88	20%	27,45
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 28. Kebutuhan Bahan Formulasi 3 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	25,63	38,44	20%	46,13
2	Sukrosa	15,88	23,81	20%	28,58
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 29. Kebutuhan Bahan Formulasi 4 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	27,50	41,25	20%	49,50
2	Sukrosa	14,00	21,00	20%	25,20
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 30. Kebutuhan Bahan Formulasi 5 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	27,50	41,25	20%	49,50
2	Sukrosa	14,00	21,00	20%	25,20
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 31. Kebutuhan Bahan Formulasi 6 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	25,00	37,50	20%	45,00
2	Sukrosa	16,50	24,75	20%	29,70
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 32. Kebutuhan Bahan Formulasi 7 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	26,25	39,38	20%	47,25
2	Sukrosa	15,25	22,88	20%	27,45
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 33. Kebutuhan Bahan Formulasi 8 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	27,50	41,25	20%	49,50
2	Sukrosa	14,00	21,00	20%	25,20
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 34. Kebutuhan Bahan Formulasi 9 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	25,00	37,50	20%	45,00
2	Sukrosa	16,50	24,75	20%	29,70
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 35. Kebutuhan Bahan Formulasi 10 Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	25,00	37,50	20%	45,00
2	Sukrosa	16,50	24,75	20%	29,70
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Tabel 36. Kebutuhan Bahan Formulasi Optimal Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Jumlah (%)	Jumlah Bahan (ml)	Allowance	Jumlah Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	27,27	40,91	20%	49,09
2	Sukrosa	14,23	21,35	20%	25,61
3	Air	55,40	83,10	20%	99,72
4	Trehalosa	3,00	4,50	20%	5,40
5	Natrium Benzoat	0,10	0,15	20%	0,18
Jumlah		100	150		180

Lampiran 5. Kebutuhan Bahan Baku Untuk Analisis

1. Peneletian Pendahuluan

Tabel 37. Kebutuhan Sampel Untuk Analisis Sari Jeruk Nipis

Analisis	Kebutuhan (ml)	Sampel (buah)	Ulangan	Total (ml)
pH	5	2	3	30
Total				30

Tabel 38. Kebutuhan Sampel Untuk Analisis Formulasi Awal

Analisis	Kebutuhan (ml)	Sampel (buah)	Ulangan	Total (ml)
pH	5	2	3	30
Total				30

2. Penelitian Utama

Tabel 39. Kebutuhan Sampel Untuk Analisis Penelitian Utama Setiap 1 Formulasi

Analisis	Kebutuhan (ml)	Sampel (buah)	Ulangan	Panelis	Total (ml)
Kadar Vitamin C	5	1	3	-	15
Kadar Gula Total	10	1	3	-	30
Total Padatan Terlarut	5	1	3	-	15
pH	5	1	3	-	15
Organoleptik	30	1	1	30	900
Total					975

Catatan :

1 formulasi = 150 ml (1 botol)

Kebutuhan untuk analisis = 975 ml

Jadi, setiap formulasi dibuat sebanyak 7 botol

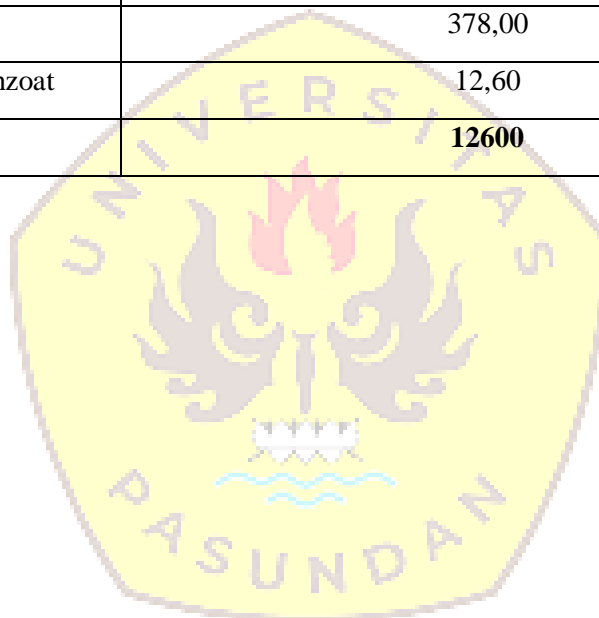
Tabel 40. Total Kebutuhan Sampel Untuk Analisis Penelitian Utama

Analisis	Kebutuhan (ml)	Sampel (buah)	Ulangan	Panelis	Total (ml)
Kadar Vitamin C	5	11	3	-	165

Kadar Gula Total	10	11	3	-	330
Total Padatan Terlarut	5	11	3	-	165
pH	5	11	3	-	165
Organoleptik	30	11	1	30	9900
Total					10725

Tabel 41. Total Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama

No	Nama Bahan	Total Bahan (ml)
1	Sari Jeruk Nipis	3312,48
2	Sukrosa	1916,52
3	Air	6980,40
4	Trehalosa	378,00
5	Natrium Benzoat	12,60
Total		12600



Lampiran 6. Total Kebutuhan Bahan Baku dan Peralatan Penelitian

1 kg jeruk nipis = 300 ml (sari jeruk nipis)

Tabel 42. Total Kebutuhan Bahan Minuman Olahan Jeruk Nipis

No	Nama Bahan	Total Kebutuhan Bahan
1	Jeruk Nipis	15 kg
2	Sukrosa	3 kg
3	Air	8 liter
4	Trehalosa	0,4 kg
5	Natrium Benzoat	0,013 kg

Tabel 43. Total Analisis Minuman Olahan Jeruk Nipis

Analisis	Total Sampel (buah)
Vitamin C	33
Kadar Gula Total	33
Total Padatan Terlarut	33
pH	33
Organoleptik	330

Tabel 44. Total Peralatan Minuman Olahan Jeruk Nipis

Keterangan	Jumlah (buah)
Botol kaca 150 ml	70

Lampiran 7. Biaya Penelitian

Tabel 45. Biaya Pembuatan Produk

Keterangan	Kebutuhan	Biaya (Rp)	Total (Rp)
------------	-----------	------------	------------

Bahan			
Jeruk Nipis	15 kg	20.000/kg	300.000
gula	3 kg	13.000/kg	39.000
Air	8 liter	-	20.000
Trehalosa	0,5 kg	70.000	70.000
Peralatan			
Botol kaca 150 ml	70 pcs	1.500/pcs	105.000
TOTAL			534.000

Tabel 46. Biaya Analisis

Analisis	Harga (1/sampel) (Rp)	Sampel	Total (Rp)
Penelitian Pendahuluan			
pH	10.000	6	60.000
Penelitian Utama			
Vitamin C	10.000	33	330.000
Kadar Gula Total	45.000	33	1485000
Total Padatan Terlarut	3.000	33	99.000
pH	10.000	33	330.000
Organoleptik	-	330	250.000
Laboratorium	-	-	250.000
TOTAL			2.804.000

Tabel 47. Total Biaya Penelitian

Keterangan	Biaya (Rp)
Pembuatan Produk	534.000
Analisis	2.804.000
Total	3.338.000

Lampiran 8. Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan

Tabel 48. Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan Nilai pH

Sampel	Nilai pH			Jumlah	Rata-Rata
	Ulangan				
	I	II	III		
Sari Jeruk Nipis	2,70	2,73	2,74	8,17	2,72
F Pendahuluan	2,85	2,83	2,8	8,48	2,83

Tabel 49. Data Hasil Analisis Kadar Vitamin C Sari Jeruk Nipis

Ulangan	Sampel	Ws	V	N I2	Be	mg Vit.C/ 100 g
I	Sari Jeruk Nipis	2,06	1,00	0,0141	88,065	60,28
II	Sari Jeruk Nipis	2,00	0,90	0,0141	88,065	55,88
III	Sari Jeruk Nipis	2,03	0,90	0,0141	88,065	55,05

Tabel 50. Hasil Analisis Penelitian Pendahuluan Kadar Vitamin C Sari Jeruk Nipis

Sampel	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	I	II	III		
F Optimal	60,28	55,88	55,05	171,21	57,07

Lampiran 9. Hasil Analisis Respon Kimia

1. Kadar Vitamin C

Tabel 51. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Ulangan I

Sampel	Ws	V	N l₂	Be	mg Vit.C/ 100 g
F1	2,00	0,4	0,0141	88,065	24,83
F2	2,02	0,4	0,0141	88,065	24,59
F3	2,05	0,4	0,0141	88,065	24,23
F4	2,08	0,5	0,0141	88,065	29,85
F5	2,07	0,5	0,0141	88,065	29,99
F6	2,08	0,4	0,0141	88,065	23,88
F7	2,04	0,4	0,0141	88,065	24,35
F8	2,09	0,5	0,0141	88,065	29,71
F9	2,08	0,4	0,0141	88,065	23,88
F10	2,10	0,4	0,0141	88,065	23,65

Tabel 52. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Ulangan II

Sampel	Ws	V	N l₂	Be	mg Vit.C/ 100 g
F1	2,00	0,4	0,0141	88,065	24,83
F2	2,02	0,4	0,0141	88,065	24,59
F3	2,02	0,4	0,0141	88,065	24,59
F4	2,10	0,5	0,0141	88,065	29,56
F5	2,09	0,5	0,0141	88,065	29,71
F6	2,09	0,4	0,0141	88,065	23,76
F7	2,03	0,4	0,0141	88,065	24,47
F8	2,07	0,5	0,0141	88,065	29,99
F9	2,07	0,4	0,0141	88,065	23,99
F10	2,07	0,4	0,0141	88,065	23,99

Tabel 53. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Ulangan III

Sampel	Ws	V	N I ₂	Be	mg Vit.C/ 100 g
F1	2,02	0,4	0,0141	88,065	24,59
F2	2,01	0,4	0,0141	88,065	24,71
F3	2,04	0,4	0,0141	88,065	24,35
F4	2,07	0,5	0,0141	88,065	29,99
F5	2,10	0,5	0,0141	88,065	29,56
F6	2,05	0,4	0,0141	88,065	24,23
F7	2,02	0,4	0,0141	88,065	24,59
F8	2,08	0,5	0,0141	88,065	29,85
F9	2,08	0,4	0,0141	88,065	23,88
F10	2,09	0,4	0,0141	88,065	23,76

Tabel 54. Hasil Analisis Kadar Vitamin C

Sampel	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	I	II	III		
F1	24,83	24,83	24,59	74,26	24,75
F2	24,59	24,59	24,71	73,89	24,63
F3	24,23	24,59	24,35	73,16	24,39
F4	29,85	29,56	29,99	89,41	29,80
F5	29,99	29,71	29,56	89,26	29,75
F6	23,88	23,76	24,23	71,87	23,96
F7	24,35	24,47	24,59	73,40	24,47
F8	29,71	29,99	29,85	89,55	29,85
F9	23,88	23,99	23,88	71,75	23,92
F10	23,65	23,99	23,76	71,41	23,80

Tabel 55. Data Hasil Analisis Kadar Vitamin C Formula Optimal

Ulangan	Sampel	Ws	V	N I ₂	Be	mg Vit.C/ 100 g
I	F Optimal	2,02	0,40	0,0141	88,065	24,59
II	F Optimal	2,03	0,50	0,0141	88,065	30,58
III	F Optimal	2,05	0,50	0,0141	88,065	30,29

Tabel 56. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Formula Optimal

Sampel	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	I	II	III		
F Optimal	24,59	30,58	30,29	85,46	28,49

Tabel 57. Data Hasil Analisis Kadar Vitamin C Sampel di Pasaran

Ulangan	Sampel	Ws	V	N I ₂	Be	mg Vit.C/ 100 g
I	S Kontrol	2,03	0,40	0,0141	88,065	24,47
II	S Kontrol	2,04	0,40	0,0141	88,065	24,35
III	S Kontrol	2,07	0,50	0,0141	88,065	29,99

Tabel 58. Hasil Analisis Kadar Vitamin C Sampel di Pasaran

Sampel	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	I	II	III		
S Kontrol	24,47	24,35	29,99	78,81	26,27

Contoh perhitungan :

- F Optimal

Diketahui : N I₂ = 0,0141 N

Ws = 2,05 gram

V I₂ = 0,50 ml

Ditanyakan : kadar vitamin C?

$$\text{Kadar Vitamin C (\%)} = \frac{V I_2 \times N I_2 \times BE \text{ Vit.C} \times 100}{W_s}$$

$$= \frac{0,50 \times 0,0141 \times 88,065 \times 100}{2,05}$$

$$= 30,29 \text{ mg Vit.C/150 ml bahan}$$

Tabel 59. ANOVA Respon Kadar Vitamin C

ANOVA for Quadratic model							
Response 1: Kadar Vitamin C							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	64.60	2	32.30	509.85	< 0.0001	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	54.98	1	54.98	867.86	< 0.0001	
	AB	9.62	1	9.62	151.85	< 0.0001	
	Residual	0.4434	7	0.0633			
	Lack of Fit	0.3854	1	0.3854	39.88	0.0007	significant
	Pure Error	0.0580	6	0.0097			
	Cor Total	65.04	9				

Tabel 60. *Fit Statistics* Respon Kadar Vitamin C

Fit Statistics					
	Std. Dev.	0.2517		R²	0.9932
	Mean	25.93		Adjusted R²	0.9912
	C.V. %	0.9706		Predicted R²	0.9886
				Adeq Precision	43.1490

Tabel 61. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Respon Kadar Vitamin C

Coefficients in Terms of Coded Factors							
	Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
	A-sari jeruk nipis	29.78	1	0.1450	29.44	30.12	1.27
	B-sukrosa	23.96	1	0.1425	23.63	24.30	1.38
	AB	-8.46	1	0.6865	-10.08	-6.84	1.66

2. Kadar Gula Total

Tabel 62. Hasil Analisis Kadar Gula Total Ulangan I

Sampel	Ws	N tio	Yb	Vs (Sebelum)	mL tio (Sebelum)	mg glukosa	% Gula (Sebelum)	Vs (Sesudah)	mL tio (Sesudah)	mg glukosa	% Gula (Sesudah)	% Sukrosa	% Gula Total
F1	2,02	0,0964	13,80	8,70	4,92	12	5,94	11,30	2,41	5,78	28,63	21,56	27,50
F2	2,02	0,0964	13,80	9,50	4,15	10,06	4,98	11,50	2,22	5,32	26,34	20,29	25,27
F3	2,01	0,0964	13,80	9,30	4,34	10,55	5,25	11,40	2,31	5,55	27,63	21,26	26,51
F4	2,03	0,0964	13,80	9,00	4,63	11,27	5,55	12,00	1,74	4,16	20,51	14,22	19,77
F5	2,05	0,0964	13,80	9,20	4,43	10,79	5,26	11,90	1,83	4,40	21,44	15,37	20,63
F6	2,05	0,0964	13,80	9,50	4,15	10,06	4,91	11,60	2,12	5,09	24,83	18,92	23,83
F7	2,05	0,0964	13,80	10,20	3,47	8,38	4,09	11,40	2,31	5,55	27,09	21,85	25,94
F8	2,02	0,0964	13,80	9,50	4,15	10,06	4,98	12,00	1,74	4,16	20,62	14,85	19,83
F9	2,06	0,0964	13,80	9,80	3,86	9,34	4,53	11,70	2,02	4,86	23,59	18,10	22,63
F10	2,04	0,0964	13,80	9,50	4,15	10,06	4,93	11,70	2,02	4,86	23,82	17,94	22,87



Tabel 63. Hasil Analisis Kadar Gula Total Ulangan II

Sampel	Ws	N tio	Vb	Vs (Sebelum)	mL tio (Sebelum)	mg glukosa	% Gula (Sebelum)	Vs (Sesudah)	mL tio (Sesudah)	mg glukosa	% Gula (Sesudah)	% Sukrosa	% Gula Total
F1	2,03	0,0964	13,80	8,80	4,82	11,75	5,79	11,50	2,22	5,32	26,21	19,40	25,19
F2	2,09	0,0964	13,80	9,40	4,24	10,30	4,93	11,40	2,31	5,55	26,57	20,56	25,49
F3	2,05	0,0964	13,80	9,20	4,43	10,79	5,26	11,50	2,22	5,32	25,96	19,66	24,92
F4	2,01	0,0964	13,80	9,00	4,63	11,27	5,61	12,00	1,74	4,16	20,72	14,36	19,96
F5	2,02	0,0964	13,80	9,40	4,24	10,30	5,10	11,90	1,83	4,40	21,76	15,83	20,93
F6	2,08	0,0964	13,80	9,30	4,34	10,55	5,07	11,70	2,02	4,86	23,36	17,37	22,44
F7	2,07	0,0964	13,80	10,40	3,28	7,89	3,81	11,40	2,31	5,55	26,82	21,86	25,67
F8	2	0,0964	13,80	8,80	4,82	11,75	5,88	12,00	1,74	4,16	20,82	14,20	20,08
F9	2,04	0,0964	13,80	9,60	4,05	9,82	4,81	11,70	2,02	4,86	23,82	18,05	22,87
F10	2,04	0,0964	13,80	9,50	4,15	10,06	4,93	11,80	1,93	4,63	22,68	16,86	21,79

Tabel 64. Hasil Analisis Kadar Gula Total Ulangan III

Sampel	Ws	N tio	Vb	Vs (Sebelum)	mL tio (Sebelum)	mg glukosa	% Gula (Sebelum)	Vs (Sesudah)	mL tio (Sesudah)	mg glukosa	% Gula (Sesudah)	% Sukrosa	% Gula Total
F1	2,06	0,0964	13,80	8,50	5,11	12,47	6,05	11,20	2,51	6,02	29,20	21,99	28,04
F2	2,05	0,0964	13,80	9,00	4,63	11,27	5,50	11,40	2,31	5,55	27,09	20,51	26,01
F3	2,03	0,0964	13,80	9,00	4,63	11,27	5,55	11,50	2,22	5,32	26,21	19,63	25,18
F4	2,04	0,0964	13,80	9,20	4,43	10,79	5,29	11,90	1,83	4,40	21,55	15,45	20,74
F5	2	0,0964	13,80	9,40	4,24	10,30	5,15	12,00	1,74	4,16	20,82	14,89	20,04
F6	2,01	0,0964	13,80	9,30	4,34	10,55	5,25	11,60	2,12	5,09	25,32	19,07	24,32
F7	2,03	0,0964	13,80	10,00	3,66	8,86	4,36	11,40	2,31	5,55	27,35	21,84	26,20
F8	2,01	0,0964	13,80	9,50	4,15	10,06	5,01	11,90	1,83	4,40	21,87	16,02	21,03
F9	2,03	0,0964	13,80	9,50	4,15	10,06	4,96	11,70	2,02	4,86	23,93	18,03	22,98
F10	2,02	0,0964	13,80	9,20	4,43	10,79	5,34	11,80	1,93	4,63	22,91	16,69	22,03

Tabel 65. Hasil Analisis Kadar Gula Total

Sampel	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	I	II	III		
F1	27,50	25,19	28,04	80,73	26,91
F2	25,27	25,49	26,01	76,77	25,59
F3	26,51	24,92	25,18	76,61	25,54
F4	19,77	19,96	20,74	60,46	20,15
F5	20,63	20,93	20,04	61,60	20,53
F6	23,83	22,44	24,32	70,60	23,53
F7	25,94	25,67	26,20	77,81	25,94
F8	19,83	20,08	21,03	60,94	20,31
F9	22,63	22,87	22,98	68,48	22,83
F10	22,87	21,79	22,03	66,70	22,23

Tabel 66. Data Hasil Analisis Kadar Gula Total Formula Optimal

Ulangan	Sampel	Ws	N tio	Vb	Vs	mL tio	mg glukosa	% Gula	Vs	mL tio	mg glukosa	% Gula	%	% Gula
					(Sebelum)	(Sebelum)		(Sebelum)		(Sesudah)		(Sesudah)		(Sesudah)
I	F Optimal	2,02	0,0964	13,8	9,20	4,43	10,79	5,34	11,90	1,83	4,40	21,76	16,46	21,80
II	F Optimal	2,01	0,0964	13,8	9,20	4,43	10,79	5,37	11,80	1,93	4,63	23,02	16,77	22,14
III	F Optimal	2,01	0,0964	13,8	9,10	4,53	11,03	5,49	11,80	1,93	4,63	23,02	16,66	22,14

Tabel 67 Hasil Analisis Kadar Gula Total Formula Optimal

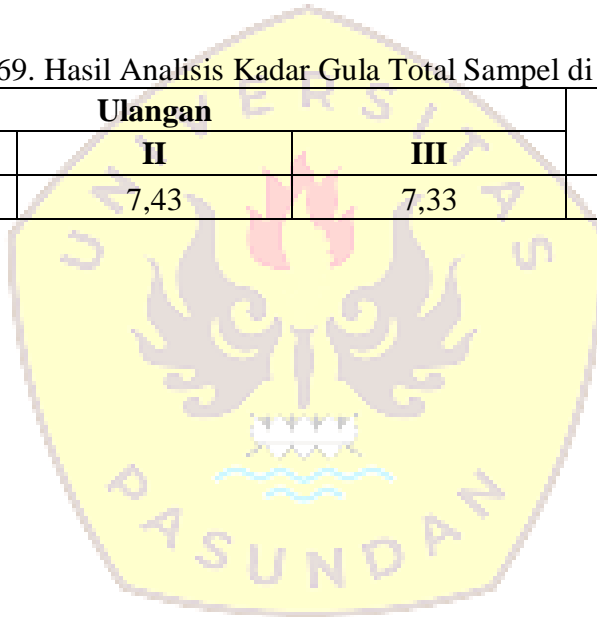
Sampel	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	I	II	III		
F Optimal	21,80	22,14	22,14	66,08	22,03

Tabel 68. Data Hasil Analisis Kadar Gula Total Sampel di Pasaran

Ulangan	Sampel	Ws	N tio	Vb	Vs	mL tio	mg glukosa	% Gula	Vs	mL tio	mg glukosa	% Gula	%	% Gula
					(Sebelum)	(Sebelum)		(Sebelum)	(Sesudah)	(Sesudah)		(Sesudah)	Sukrosa	Total
I	S Kontrol	2,00	0,0913	12	7,90	3,74	9,06	4,53	11,10	0,82	1,97	9,86	5,06	9,59
II	S Kontrol	2,02	0,0913	12	8,00	3,65	8,83	4,37	11,30	0,64	1,53	7,59	3,06	7,43
III	S Kontrol	2,04	0,0913	12	8,50	3,20	7,69	3,77	11,30	0,64	1,53	7,52	3,56	7,33

Tabel 69. Hasil Analisis Kadar Gula Total Sampel di Pasaran

Sampel	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
	I	II	III		
S Kontrol	9,59	7,43	7,33	24,35	8,12



Contoh perhitungan :

- F Optimal

Diketahui: $W_s = 2,01$ gram
 $V_{\text{Sebelum}} = 9,20$ mL
 $V_{\text{Setelah}} = 11,80$ mL
 $V_b = 13,80$ mL
 $F_p = 100/10 = 10$

Ditanyakan : % gula total ?

- Pembakuan N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

$$\begin{aligned} W \text{ KIO}_3 &= 43 \text{ mg} \\ BE \text{ KIO}_3 &= 35,667 \\ V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= 12,50 \text{ mL} \\ N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= \frac{W \text{ KIO}_3}{BE \text{ KIO}_3 \times V \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \\ &= \frac{43 \times 1000}{35,667 \times 12,50} \\ &= 0,0964 \text{ N} \end{aligned}$$

- Kadar Gula Sebelum Inversi

$$\begin{aligned} \text{mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= \frac{(V_b - V_s) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0,1} \\ &= \frac{(13,80 - 9,20) \times 0,0964}{0,1} \\ &= 4,43 \text{ ml} \end{aligned}$$

- mg glukosa (interpolasi)

$$\begin{aligned} a &= 4 & d &= 9,7 \\ b &= 4,43 & x &= ? \\ c &= 5 & e &= 12,2 \\ \text{mg glukosa} &= d + \frac{(b-a)}{(c-a)} \times (e-d) \\ &= 9,7 + \frac{(4,43-4)}{(5-4)} \times (12,2 - 9,7) \\ &= 10,78 \text{ mg} \end{aligned}$$

- % Gula Sebelum Inversi = $\frac{\text{mg gula (tabel)} \times F_p}{W_s \times 1000} \times 100$
 $= \frac{10,78 \times 10}{2,01 \times 1000} \times 100$
 $= 5,36 \%$

- Kadar Gula Setelah Inversi

$$\begin{aligned} \text{mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= \frac{(V_b - V_s) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0,1} \\ &= \frac{(13,80 - 11,80) \times 0,0964}{0,1} \\ &= 1,93 \text{ ml} \end{aligned}$$

- mg glukosa (interpolasi)

$$a = 1 \qquad d = 2,4$$

$$b = 1,93 \qquad x = ?$$

$$c = 2 \qquad e = 4,8$$

$$\begin{aligned} \text{mg glukosa} &= d + \frac{(b-a)}{(c-a)} \times (e-d) \\ &= 2,4 + \frac{(1,93-1)}{(2-1)} \times (4,8 - 2,4) \\ &= 4,63 \text{ mg} \end{aligned}$$

- % Gula Setelah Inversi = $\frac{\text{mg gula (tabel)} \times \text{FP} \times \text{FP}}{\text{Ws} \times 1000} \times 100$
- $$\begin{aligned} &= \frac{4,63 \times 10 \times 10}{2,01 \times 1000} \times 100 \\ &= 23,03\% \end{aligned}$$

- Kadar disakarida = (% Kadar gula setelah inversi – % Kadar gula sebelum inversi)

$$\begin{aligned} &\times 0,95 \\ &= (23,03 - 5,36) \times 0,95 \\ &= 16,78 \% \end{aligned}$$

- Kadar Gula Total = Kadar gula sebelum inversi + kadar disakarida

$$\begin{aligned} &= 5,36 + 16,78 \\ &= 22,14 \% \end{aligned}$$

Tabel 70. ANOVA Respon Kadar Gula Total

ANOVA for Quadratic model							
Response 2: Kadar Gula Total							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value		
Model	56.23	2	28.11	105.36	< 0.0001	significant	
⁽¹⁾ Linear Mixture	12.11	1	12.11	45.37	0.0003		
AB	44.12	1	44.12	165.35	< 0.0001		
Residual	1.87	7	0.2668				
Lack of Fit	0.0090	1	0.0090	0.0290	0.8703	not significant	
Pure Error	1.86	6	0.3098				
Cor Total	58.10	9					

Tabel 71. *Fit Statistics* Respon Kadar Gula Total

Fit Statistics				
Std. Dev.	0.5166		R²	0.9678
Mean	23.36		Adjusted R²	0.9587
C.V. %	2.21		Predicted R²	0.9339
			Adeq Precision	20.4556

Tabel 72. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Respon Kadar Gula Total

Coefficients in Terms of Coded Factors							
Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF	
A-sari jeruk nipis	20.34	1	0.2976	19.63	21.04	1.27	
B-sukrosa	22.85	1	0.2925	22.16	23.55	1.38	
AB	18.12	1	1.41	14.79	21.45	1.66	

3. pH

Tabel 73. Hasil Analisis pH Penelitian Pendahuluan

Sampel	Nilai pH			Jumlah	Rata-Rata
	Ulangan				
	I	II	III		
Sari Jeruk Nipis	2,70	2,73	2,74	8,17	2,72
F Pendahuluan	2,85	2,83	2,8	8,48	2,83

Tabel 74. Hasil Analisis pH Penelitian Utama

Sampel	Nilai pH			Jumlah	Rata-Rata
	Ulangan				
	I	II	III		
F1	2,85	2,86	2,90	8,61	2,87
F2	2,86	2,82	2,85	8,53	2,84
F3	2,91	2,92	2,88	8,71	2,90
F4	2,76	2,75	2,77	8,28	2,76
F5	2,81	2,78	2,77	8,36	2,79
F6	2,94	2,91	2,90	8,75	2,92
F7	2,83	2,86	2,85	8,54	2,85
F8	2,84	2,79	2,74	8,37	2,79
F9	2,98	2,94	2,93	8,85	2,95
F10	2,93	2,93	2,92	8,78	2,93

Tabel 75. Hasil Analisis pH Formula Optimal

Sampel	Nilai pH			Jumlah	Rata-Rata
	Ulangan				
	I	II	III		
F Optimal	2,83	2,85	2,84	8,52	2,84

Tabel 76. Hasil Analisis pH Sampel di Pasaran

Sampel	Nilai pH			Jumlah	Rata-Rata
	Ulangan				
	I	II	III		
S Kontrol	2,88	2,84	2,85	8,57	2,86

Tabel 77. ANOVA Respon Nilai pH

ANOVA for Linear model							
Response 3: pH							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value		
Model	0.0368	1	0.0368	177.86	< 0.0001	significant	
⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0368	1	0.0368	177.86	< 0.0001		
Residual	0.0017	8	0.0002				
Lack of Fit	0.0001	2	0.0001	0.2080	0.8178	not significant	
Pure Error	0.0015	6	0.0003				
Cor Total	0.0385	9					

Tabel 78. *Fit Statistics* Respon Nilai pH

Fit Statistics				
Std. Dev.	0.0144		R²	0.9570
Mean	2.86		Adjusted R²	0.9516
C.V. %	0.5031		Predicted R²	0.9291
			Adeq Precision	23.9049

Tabel 79. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Respon Nilai pH

Coefficients in Terms of Coded Factors							
Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF	
A-sari jeruk nipis	2.78	1	0.0076	2.76	2.80	1.06	
B-sukrosa	2.93	1	0.0071	2.92	2.95	1.06	

Lampiran 10. Hasil Analisis Respon Fisika

1. Total Padatan Terlarut

Tabel 80. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut

Sampel	Brix (b)			% Brix Tabel			Total Padatan Terlarut			Jumlah	Rata-Rata
	Ulangan			Ulangan			Ulangan				
	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
F1	25	25	25	0,38	0,38	0,38	25,38	25,38	25,38	76,14	25,38
F2	25,2	25,2	25,2	0,39	0,39	0,39	25,59	25,59	25,59	76,77	25,59
F3	25,2	25,2	25,2	0,39	0,39	0,39	25,59	25,59	25,59	76,77	25,59
F4	19,4	19,4	19,4	0,38	0,38	0,38	19,78	19,78	19,78	59,34	19,78
F5	19,6	19,6	19,6	0,38	0,38	0,38	19,98	19,98	19,98	59,94	19,98
F6	22	22	22	0,38	0,38	0,38	22,38	22,38	22,38	67,14	22,38
F7	24,2	24,2	24,2	0,38	0,38	0,38	24,58	24,58	24,58	73,74	24,58
F8	20	20	20	0,38	0,38	0,38	20,38	20,38	20,38	61,14	20,38
F9	22,4	22,4	22,4	0,38	0,38	0,38	22,78	22,78	22,78	68,34	22,78
F10	22,6	22,6	22,6	0,38	0,38	0,38	22,98	22,98	22,98	68,94	22,98

Tabel 81. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut Formula Optimal

Sampel	Brix (b)			% Brix Tabel			Total Padatan Terlarut			Jumlah	Rata-Rata
	Ulangan			Ulangan			Ulangan				
	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
F Optimal	20,80	20,80	20,80	0,38	0,38	0,38	21,18	21,18	21,18	63,54	21,18

Tabel 82. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut Sampel di Pasaran

Sampel	Brix (b)			% Brix Tabel			Total Padatan Terlarut			Jumlah	Rata-Rata
	Ulangan			Ulangan			Ulangan				
	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
S Kontrol	6,8	6,8	6,8	0,35	0,35	0,35	7,15	7,15	7,15	21,46	7,15

Contoh perhitungan :

- F Optimal

Diketahui : °Brix = 20,80

Ditanyakan : total padatan terlarut ?

Jawab :

Interpolasi

$$a = 20 \quad d = 0,38$$

$$b = 20,80 \quad x = ?$$

$$c = 25 \quad e = 0,38$$

$$\% \text{Brix} = 0,38 + \frac{20,80 - 20}{25 - 20} \times (0,38 - 0,38)$$

$$= 0,38\%$$

Total Padatan Terlarut

$$= \text{°Brix} + \% \text{ Brix Tabel}$$

$$= 20,80 + 0,38$$

$$= 21,18 \text{°Brix}$$

Tabel 83. ANOVA Respon Total Padatan Terlarut

ANOVA for Quadratic model							
Response 4: Total Padatan Terlarut							
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value		
Model	47.02	2	23.51	124.00	< 0.0001	significant	
⁽¹⁾ Linear Mixture	13.97	1	13.97	73.70	< 0.0001		
AB	33.04	1	33.04	174.30	< 0.0001		
Residual	1.33	7	0.1896				
Lack of Fit	0.3849	1	0.3849	2.45	0.1685	not significant	
Pure Error	0.9421	6	0.1570				
Cor Total	48.34	9					

Tabel 84. *Fit Statistics* Respon Total Padatan Terlarut

Fit Statistics				
Std. Dev.	0.4354		R²	0.9725
Mean	22.94		Adjusted R²	0.9647
C.V. %	1.90		Predicted R²	0.9472
			Adeq Precision	22.2232

Tabel 85. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Respon Total Padatan Terlarut

Coefficients in Terms of Coded Factors							
Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF	
A-sari jeruk nipis	20.02	1	0.2509	19.43	20.62	1.27	
B-sukrosa	22.78	1	0.2466	22.20	23.37	1.38	
AB	15.68	1	1.19	12.87	18.49	1.66	

Lampiran 11. Hasil Analisis Respon Organoleptik

1. Warna

Tabel 86. Hasil Analisis Respon Organoleptik Warna

PANELIS	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
1	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
3	6	5	5	5	5	6	5	5	4	5
4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
5	4	3	5	4	5	5	4	6	6	6
6	3	4	5	5	4	6	3	5	6	5
7	4	5	6	5	5	4	3	5	5	5
8	6	5	4	4	5	5	3	3	5	5
9	5	6	6	6	6	6	6	5	6	5
10	3	5	5	3	5	6	5	6	6	6
11	5	5	4	5	5	5	5	6	5	5
12	4	5	6	5	5	6	5	5	5	5
13	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6
14	6	5	5	6	5	6	6	4	6	5
15	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5
16	5	4	3	4	3	3	1	2	2	1
17	5	4	6	5	5	4	4	5	5	5
18	5	5	4	6	6	5	4	6	4	6
19	3	5	4	3	5	6	5	6	6	6
20	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6
22	5	6	5	5	5	3	3	4	4	4
23	6	6	6	5	6	6	6	4	5	5
24	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
25	5	5	4	5	5	5	5	6	5	5
26	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3
27	6	5	4	4	5	5	3	3	5	5
28	5	3	5	6	5	5	5	4	5	4
29	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6
30	3	4	5	5	4	5	4	5	5	5
JUMLAH	140	142	142	141	146	150	131	143	150	149
RATA-RATA	4,67	4,73	4,73	4,70	4,87	5,00	4,37	4,77	5,00	4,97

Tabel 87. ANOVA Uji Hedonik Atribut Warna

ANOVA for Quadratic model						
Response 5: Warna						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.2424	2	0.1212	9.29	0.0107	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0598	1	0.0598	4.58	0.0696	
AB	0.1826	1	0.1826	13.99	0.0073	
Residual	0.0914	7	0.0131			
Lack of Fit	0.0003	1	0.0003	0.0173	0.8996	not significant
Pure Error	0.0911	6	0.0152			
Cor Total	0.3338	9				

Tabel 88. *Fit Statistics* Uji Hedonik Atribut Warna

Fit Statistics			
Std. Dev.	0.1143		R² 0.7262
Mean	4.78		Adjusted R² 0.6480
C.V. %	2.39		Predicted R² 0.4549
			Adeq Precision 6.3629

Tabel 89. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Warna

Coefficients in Terms of Coded Factors							
Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF	
A-sari jeruk nipis	4.78	1	0.0658	4.62	4.93	1.27	
B-sukrosa	4.99	1	0.0647	4.84	5.14	1.38	
AB	-1.17	1	0.3116	-1.90	-0.4287	1.66	

2. Aroma

Tabel 90. Hasil Analisis Respon Organoleptik Aroma

PANELIS	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
1	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5
2	6	5	4	5	6	5	5	5	5	6
3	4	5	5	6	5	3	3	5	4	4
4	5	6	6	4	4	3	3	3	2	2
5	4	4	5	6	4	5	5	6	5	5
6	5	5	4	4	5	5	4	6	5	5
7	5	5	6	5	4	3	5	5	5	3
8	3	3	5	3	4	4	5	5	6	6
9	6	6	6	5	6	6	5	6	6	6
10	5	5	6	5	5	5	5	5	6	5
11	5	5	4	5	4	5	6	6	5	5
12	5	5	6	5	6	6	5	6	6	6
13	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
14	6	5	6	6	5	5	5	6	5	6
15	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
16	2	6	6	5	6	5	4	6	5	5
17	5	5	4	5	4	5	5	5	6	5
18	6	6	5	5	4	4	6	6	5	3
19	5	5	4	5	5	5	5	6	6	6
20	4	4	5	5	5	4	3	4	4	3
21	4	4	4	4	3	5	4	5	5	6
22	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4
23	6	6	5	6	5	6	6	6	5	6
24	6	5	4	5	6	5	5	5	5	6
25	5	5	4	5	4	5	5	6	5	5
26	4	3	4	4	4	5	4	4	4	3
27	4	4	4	3	4	4	5	4	6	6
28	5	4	5	4	4	3	3	5	5	4
29	6	6	6	4	4	2	2	3	2	2
30	4	4	6	5	4	5	4	6	6	6
JUMLAH	141	143	147	142	138	137	135	154	148	144
RATA-RATA	4,70	4,77	4,90	4,73	4,60	4,57	4,50	5,13	4,93	4,80

Tabel 91. ANOVA Uji Hedonik Atribut Aroma Model *Mean*

ANOVA for Mean model							
Response 6: Aroma							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0.0000	0				
	Residual	0.3254	9	0.0362			
	Lack of Fit	0.0640	3	0.0213	0.4892	0.7024	not significant
	Pure Error	0.2615	6	0.0436			
	Cor Total	0.3254	9				

Tabel 92. ANOVA Uji Hedonik Atribut Aroma Model *Quadratic*

ANOVA for Quadratic model							
Response 6: Aroma							
	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0.0236	2	0.0118	0.2740	0.7681	not significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0.0016	1	0.0016	0.0360	0.8548	
	AB	0.0221	1	0.0221	0.5119	0.4975	
	Residual	0.3018	7	0.0431			
	Lack of Fit	0.0403	1	0.0403	0.9256	0.3732	not significant
	Pure Error	0.2615	6	0.0436			
	Cor Total	0.3254	9				

Tabel 93. *Fit Statistics* Uji Hedonik Atribut Aroma Model *Mean*

Fit Statistics					
	Std. Dev.	0.1902		R²	0.0000
	Mean	4.76		Adjusted R²	0.0000
	C.V. %	3.99		Predicted R²	-0.2346
				Adeq Precision	NA ⁽¹⁾

Tabel 94. *Fit Statistics* Uji Hedonik Atribut Aroma Model *Quadratic*

Fit Statistics					
Std. Dev.	0.2076			R²	0.0726
Mean	4.76			Adjusted R²	-0.1924
C.V. %	4.36			Predicted R²	-0.9511
				Adeq Precision	1.0028

Tabel 95. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Aroma Model *Mean*

Coefficients in Terms of Coded Factors						
Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	
Intercept	4.76	1	0.0601	4.63	4.90	

Tabel 96. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Aroma Model *Quadratic*

Coefficients in Terms of Coded Factors							
Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF	
A-sari jeruk nipis	4.81	1	0.1196	4.53	5.10	1.27	
B-sukrosa	4.79	1	0.1176	4.51	5.07	1.38	
AB	-0.4052	1	0.5664	-1.74	0.9340	1.66	

3. Rasa

Tabel 97. Hasil Analisis Respon Organoleptik Rasa

PANELIS	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
1	2	3	3	3	4	4	5	5	5	4
2	5	4	5	4	5	6	5	4	5	5
3	2	3	4	4	4	4	4	5	5	6
4	3	3	5	5	4	4	5	6	6	6
5	5	3	4	3	6	5	5	6	6	6
6	5	4	3	5	3	6	5	6	6	6
7	6	6	5	4	4	5	3	5	5	5
8	4	4	5	3	3	5	4	3	5	5
9	4	5	5	5	5	4	4	6	5	6
10	5	4	4	5	6	5	6	6	5	5
11	4	4	4	5	4	6	6	6	6	6
12	5	5	4	5	5	6	5	6	6	6
13	3	3	4	4	4	5	5	4	4	4
14	5	6	6	5	5	5	4	5	4	6
15	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5
16	3	4	2	2	4	3	2	3	2	2
17	4	5	5	4	4	5	5	6	6	6
18	3	5	4	4	3	2	6	4	5	6
19	5	3	4	3	5	6	5	6	6	6
20	5	3	4	3	4	4	3	3	4	3
21	2	4	3	3	4	5	5	3	3	4
22	5	4	5	3	4	5	4	5	4	3
23	4	6	4	4	5	4	4	5	4	6
24	5	4	5	4	5	6	5	4	5	5
25	4	4	3	5	5	5	6	6	6	6
26	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4
27	3	3	5	2	3	5	4	3	5	5
28	6	6	6	6	4	6	6	3	4	5
29	2	3	5	4	5	5	5	6	6	5
30	5	3	4	3	6	5	5	5	5	5
JUMLAH	122	123	129	119	132	145	140	143	145	152
RATA-RATA	4,07	4,10	4,30	3,97	4,40	4,83	4,67	4,77	4,83	5,07

Tabel 98. ANOVA Uji Hedonik Atribut Rasa

ANOVA for Quadratic model						
Response 7: Rasa						
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.7068	2	0.3534	4.01	0.0692	not significant
^(*) Linear Mixture	0.3614	1	0.3614	4.10	0.0826	
AB	0.3454	1	0.3454	3.91	0.0884	
Residual	0.6176	7	0.0882			
Lack of Fit	0.0332	1	0.0332	0.3405	0.5808	not significant
Pure Error	0.5844	6	0.0974			
Cor Total	1.32	9				

Tabel 99. *Fit Statistics* Uji Hedonik Atribut Rasa

Fit Statistics			
Std. Dev.	0.2970	R ²	0.5337
Mean	4.50	Adjusted R ²	0.4004
C.V. %	6.60	Predicted R ²	0.0234
		Adeq Precision	4.0185

Tabel 100. Estimasi Koefisien Dari Setiap Faktor Uji Hedonik Atribut Rasa

Coefficients in Terms of Coded Factors							
Component	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF	
A-sari jeruk nipis	4.38	1	0.1711	3.98	4.79	1.27	
B-sukrosa	4.89	1	0.1682	4.49	5.29	1.38	
AB	-1.60	1	0.8102	-3.52	0.3128	1.66	

Tabel 101. Hasil Analisis Uji Organoleptik Formula Optimal

PANELIS	Warna	Aroma	Rasa
1	5	5	5
2	5	6	5
3	4	5	4
4	5	4	4
5	3	6	6
6	6	6	6
7	4	5	5
8	5	6	5
9	5	6	5
10	5	6	6
11	5	6	5
12	6	6	5
13	5	5	6
14	5	6	6
15	4	5	5
16	5	6	4
17	5	4	6
18	6	6	5
19	5	6	5
20	6	6	6
21	5	5	5
22	4	6	5
23	5	5	6
24	5	6	4
25	5	6	4
26	5	6	6
27	6	5	5
28	5	5	5
29	5	6	6
30	5	6	5
JUMLAH	149	167	155
RATA-RATA	4,97	5,57	5,17

Lampiran 12. Pengoprasian Program *Design Expert* Versi 13 Pada Tahap Verifikasi Formula Optimal

Tabel 102. Penentuan *Goal* dan *Importance* Variabel Berubah Dan Respon

Constraints							
Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance	
A:sari jeruk nipis	maximize	25	27.5	0.1	1	5	
B:sukrosa	minimize	14	16.5	1	0.199526	5	
Kadar Vitamin C	maximize	23.8037	29.8494	0.229087	1	5	
Kadar Gula Total	is in range	20.1549	26.9114	1	1	3	
pH	is in range	2.76	2.95	1	1	3	
Total Padatan Terlarut	maximize	19.7788	25.59	0.263027	1	5	
Warna	maximize	4.36667	5	0.239883	1	3	
Aroma	maximize	4.5	5.13333	0.1	1	3	
Rasa	maximize	3.96667	5.06667	0.380189	1	5	

Tabel 103. Rekomendasi Formula Optimal dari Program *Design Expert*

Solutions											
2 Solutions found											
Number	sari jeruk nipis	sukrosa	Kadar Vitamin C	Kadar Gula Total	pH	Total Padatan Terlarut	Warna	Aroma	Rasa	Desirability	
1	27.270	14.230	28.537	22.082	2.793	21.587	4.699	4.779	4.297	0.852	Selected
2	25.102	16.398	23.869	23.462	2.926	23.285	4.936	4.774	4.807	0.690	

Tabel 104. *Point Prediction* dari Program *Design Expert*

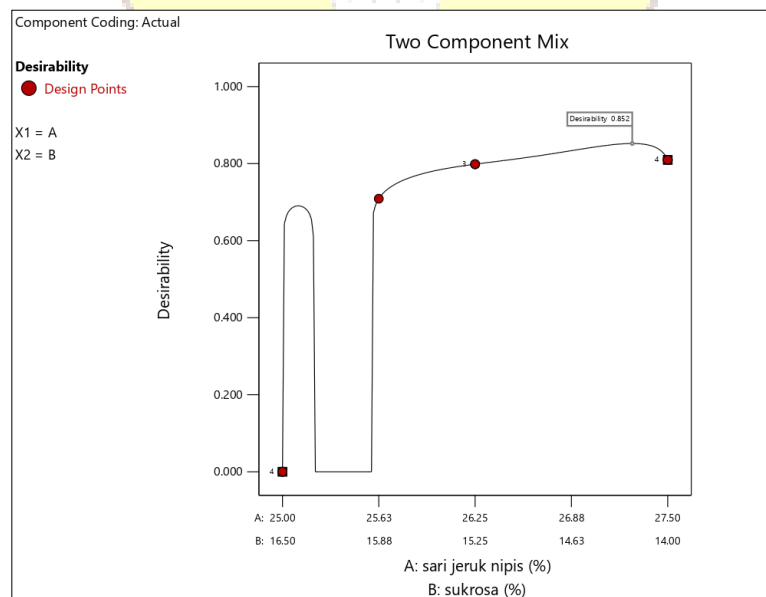
Point Prediction										
Two-sided Confidence = 95% Population = 99%										
Solution 1 of 2 Response	Predicted Mean	Predicted Median	Observed	Std Dev	SE Mean	95% CI low for Mean	95% CI high for Mean	95% TI low for 99% Pop	95% TI high for 99% Pop	
Kadar Vitamin C	28.54	28.54		0.25	0.12	28.26	28.82	27.15	29.93	
Kadar Gula Total	22.08	22.08		0.52	0.24	21.51	22.66	19.23	24.93	
pH	2.79	2.79		0.01	0.01	2.78	2.81	2.72	2.87	
Total Padatan Terlarut	21.59	21.59		0.44	0.20	21.10	22.07	19.18	23.99	
Warna	4.70	4.70		0.11	0.05	4.57	4.83	4.07	5.33	
Aroma	4.78	4.78		0.21	0.10	4.55	5.01	3.63	5.92	
Rasa	4.30	4.30		0.30	0.14	3.97	4.63	2.66	5.94	

Tabel 105. Confirmation dari Program Design Expert

Confirmation									
Two-sided Confidence = 95%									
Solution 1 of 2 Response	Predicted Mean	Predicted Median	Observed	Std Dev	n	SE Pred	95% PI low	Data Mean	95% PI high
Kadar Vitamin C	28.54	28.54		0.25	1	0.28	27.88		29.19
Kadar Gula Total	22.08	22.08		0.52	1	0.57	20.73		23.43
pH	2.79	2.79		0.01	1	0.02	2.76		2.83
Total Padatan Terlarut	21.59	21.59		0.44	1	0.48	20.45		22.72
Warna	4.70	4.70		0.11	1	0.13	4.40		5.00
Aroma	4.78	4.78		0.21	1	0.23	4.24		5.32
Rasa	4.30	4.30		0.30	1	0.33	3.52		5.07

Tabel 106. Hasil Validasi Respon Formulasi Optimal dengan Nilai Desirability 0,852

Respon	Hasil Analisis	Design Expert	95% CI Low	95% CI High	95% PI Low	95% PI High
Kadar Vitamin C	28,49	28,54	28.26	28.82	27.88	29.19
Kadar Gula Total	22,03	22,08	21.51	22.66	20.73	23.43
pH	2,84	2,79	2.78	2.81	2.76	2.83
Total Padatan Terlarut	21,18	21,59	21.10	22.07	20.45	22.72
Warna	4,97	4,70	4.57	4.83	4.40	5.00
Aroma	5,57	4,78	4.55	5.01	4.24	5.32
Rasa	5,17	4,30	3.97	4.63	3.52	5.07



Gambar 30. Grafik Desirability Formula Optimal

Lampiran 13. Dokumentasi Pembuatan Minuman Olahan Jeruk Nipis

Keterangan	Gambar
1. Sortasi jeruk nipis	
2. Pencucian jeruk nipis	
3. Pembelahan dan pemisahan biji	
4. Ekstraksi	

Keterangan	Gambar
5. Penyaringan	
6. Pencampuran I (Sari jeruk nipis dan air)	
7. Pencampuran II (sukrosa, trehalosa, dan natrium benzoat)	
8. Pasteurisasi	

Keterangan	Gambar
	
9. Pengemasan	
10. Minuman olahan jeruk nipis	

Lampiran 14. Dokumentasi Analisis Respon Kimia, Fisika, dan Organoleptik

1. Respon kimia



Gambar 31. Pengujian Kadar Vitamin C

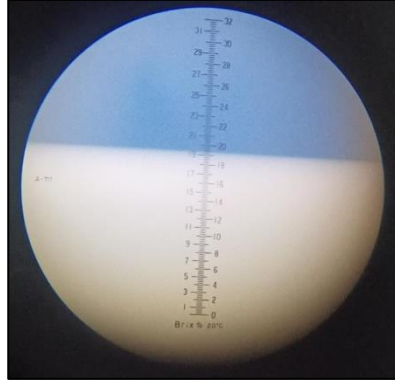


Gambar 32. Pengujian Kadar Gula Total



Gambar 33. Pengujian pH

2. Respon fisika



Gambar 34. Pengujian Total Padatan Terlarut

3. Respon organoleptik



Gambar 35. Pengujian Organoleptik

Lampiran 15. Dokumentasi Produk Minuman Olahan Jeruk Nipis



Gambar 36. Minuman Olahan Jeruk Nipis Formulasi 1-5



Gambar 37. Minuman Olahan Jeruk Nipis Formulasi 6-10



Gambar 38. Minuman Olahan Jeruk Nipis Formulasi Optimal