

**OPTIMASI FORMULA MINUMAN *JELLY STROBERI* (*Fragaria x ananassa.*), *ROSELLA* (*Hibiscus sabdariffa.*), *JAHE MERAH* (*Zingiber officinale* var. *Rubrum.*), DAN *DAUN MINT* (*Mentha spicata.*)
MENGUNAKAN *DESIGN EXPERT D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

**Anisa Maharani
21.30.20.078**



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

ABSTRAK

**OPTIMASI FORMULA MINUMAN *JELLY* STROBERI (*Fragaria x ananassa.*), ROSELLA (*Hibiscus sabdariffa.*), JAHE MERAH (*Zingiber officinale var. Rubrum.*), DAN DAUN MINT (*Mentha spicata.*)
MENGUNAKAN *DESIGN EXPERT D-OPTIMAL***

Oleh :

Anisa Maharani

213020078

Program Studi Teknologi Pangan

Stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint berpotensi dikembangkan sebagai minuman *jelly* fungsional karena mengandung senyawa antioksidan alami. Penelitian ini bertujuan menentukan formula optimum minuman *jelly* berbais keempat bahan tersebut serta menganalisis pengaruh proporsi masing-masing komponen terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori produk.

Formula disusun menggunakan metode *Mixture D-Optimal* versi 13. Menghasilkan 16 formulasi dengan variasi proporsi sari stroberi (47,1%-58%), sari rosella (10-18%), sari jahe merah (5-12%), dan sari daun mint (3-8%). Respon yang diamati meliputi aktivitas antioksidan (IC₅₀), total padatan terlarut, pH serta sifat organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur). Data dianalisis menggunakan model yang sesuai untuk setiap respon berdasarkan hasil analisis *Design Expert*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh respon dipengaruhi nyata ($p < 0,05$) oleh proporsi keempat komponen. Formula optimum hasil optimasi diperoleh pada proporsi sari stroberi 58%, sari rosella 16,367%, sari jahe merah 7,659%, dan sari daun mint 3,073% dengan nilai *desirability* 0,670. Formula tersebut diprediksi memiliki aktivitas antioksidan (IC₅₀) 68,965 ppm (kuat), total padatan terlarut 2,276 °Brix, pH 5,012 serta tingkat kesukaan warna, aroma, rasa, dan tekstur pada kategori disukai panelis. Hasil verifikasi menunjukkan seluruh respon aktual berada dalam selang prediksi 95% sehingga model dinyatakan valid. Namun, nilai pH masih melebihi batas maksimum SNI 8897:2020 (4,6), sehingga diperlukan penyesuaian formula penelitian selanjutnya.

Kata kunci: aktivitas antioksidan, *design expert*, formulasi optimum, *mixture d-optimal*, minuman *jelly*.

ABSTRACT

FORMULA OPTIMIZATION OF STRAWBERRY (*Fragaria x ananassa*), ROSELLE (*Hibiscus sabdariffa*), RED GINGER (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*), AND MINT LEAF (*Mentha spicata*) JELLY DRINK USING DESIGN EXPERT D-OPTIMAL

By:

Anisa Maharani

213020078

Department of Food Technology

Strawberry, roselle, red ginger, and mint leaf have potential to be developed into a functional jelly drink because they contain natural antioxidant compounds. This study aimed to determine the optimum formula of a jelly drink based on these four ingredients and to analyze the effect of each component's proportion on the physicochemical and sensory characteristics of the product.

The formula was formulated using the Mixture D-Optimal method (Design Expert version 13), generating 16 formulations with varying proportions of strawberry extract (47.1%-58%), roselle extract (10-18%), red ginger extract (5-12%), and mint leaf extract (3-8%). The responses observed included antioxidant activity (IC₅₀), total soluble solids, pH, and sensory properties (color, aroma, taste, and texture). The data were analyzed using the model most suitable for each response based on the Design Expert analysis results.

The results showed that all responses were significantly affected ($p < 0.05$) by the proportion of the four components. The optimum formula obtained from the optimization consisted of 58% strawberry extract, 16.367% roselle extract, 7.659% red ginger extract, and 3.073% mint leaf extract, with a desirability value of 0.670. This formula was predicted to have an antioxidant activity (IC₅₀) of 68.965 ppm (strong category), total soluble solids of 2.276 °Brix, pH of 5.012, and levels of preference for color, aroma, taste, and texture in the liked category by panelists. Verification results showed that all actual responses fell within the 95% prediction interval, indicating that the model was valid. However, the pH value still exceeded the maximum limit set by SNI 8897:2020 (4.6), so formula adjustment is required for future research.

Keywords: antioxidant activity, design expert, optimum formulation, mixture D-optimal, jelly drink.

**OPTIMASI FORMULA MINUMAN *JELLY STROBERI* (*Fragaria x ananassa.*), *ROSELLA* (*Hibiscus sabdariffa.*), *JAHE MERAH* (*Zingiber officinale var. Rubrum.*), DAN *DAUN MINT* (*Mentha spicata.*)
MENGUNAKAN *DESIGN EXPERT D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

Karya Tulis Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Dari
Universitas Pasundan

Oleh:
Anisa Maharani
21.30.20.078

Menyetujui:

Pembimbing

(Prof. Dr. Ir. Asep Dedy Sutrisno, M.P.)

**OPTIMASI FORMULA MINUMAN *JELLY STROBERI* (*Fragaria x ananassa.*), *ROSELLA* (*Hibiscus sabdariffa.*), *JAHE MERAH* (*Zingiber officinale var. Rubrum.*), DAN *DAUN MINT* (*Mentha spicata.*)
MENGUNAKAN *DESIGN EXPERT D-OPTIMAL***

TUGAS AKHIR

Karya Tulis Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Dari
Universitas Pasundan

Oleh:

Anisa Maharani

21.30.20.078

Menyetujui:

Koordinator Pembelajaran, Kemahasiswaan,
Alumni, Agama, dan Budaya

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

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

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

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

Maharani, A. (2026). *Optimasi Formula Minuman Jelly Stroberi (Fragaria x ananassa.), Rosella (Hibiscus sabdariffa.), Jahe Merah (Zingiber officinale var. Rubrum.), dan Daun Mint (Mentha spicata.) Menggunakan Design Expert D-Optimal*. Tugas Akhir Program Sarjana, Universitas Pasundan.

Dan dalam bahasa Inggris sebagai berikut:

Maharani, A. (2026). *Formula Optimazion Of Strawberry (Fragaria x ananassa), Roselle (Hibiscus sabdariffa), Red Ginger (Zingiber officinale var. Rubrum), and Mint Leaf (Mentha spicata) Jelly Drink Using Design Expert D-Optimal. Bachelor's Thesis. Universitas Pasundan.*

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “ **OPTIMASI FORMULA MINUMAN JELLY STROBERI (*Fragaria x ananassa.*), ROSELLA (*Hibiscus sabdariffa.*), JAHE MERAH (*Zingiber officinale var. Rubrum.*), DAN DAUN MINT (*Mentha spicata.*) MENGGUNAKAN DESIGN EXPERT D-OPTIMAL**” dengan sebaik-baiknya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan sidang tugas akhir di Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, dukungan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Asep Dedy Sutrisno, M.P. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan Usulan Penelitian.
2. Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M. Si. selaku Dosen Penguji I yang telah bersedia menguji dan memberikan saran-saran.
3. Jaka Rukmana, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan Bandung dan Dosen Penguji II yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan.
4. Rizal Maulana Ghaffar, S.T., M.T. selaku Koordinator Pembelajaran, Kemahasiswaan, Alumni, Agama, dan Budaya Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan.
5. Kedua orang tua dan kakak-kakak penulis yang senantiasa memberikan doa, nasihat, dan dukungan sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
6. Melly Maylanie, Mega Rahmawati, Putri Agustine, Putri Nurul, dan Rizky selaku teman seperjuangan penulis yang memberikan motivasi dan menemani penulis mengerjakan penelitian serta laporan tugas akhir ini.

7. Dilla Nur Fadhillah, Nasywa Aulia, Rahma Raihatul dan Diaz Muthiya selaku sahabat penulis yang telah selalu mendengarkan keluhan kesah, memberikan motivasi, dan membantu secara mental/psikis kepada penulis dalam mengerjakan laporan tugas akhir ini.
8. Teman-taman 5API selaku teman seperjuangan penulis dari semasa sekolah yang telah mendukung dan memberikan motivasi kepada penulis.
9. *Last but not least, Anisa Maharani, yes, to myself-thank you for believing in me even on the days when i doubted myself the most. Thank you for choosing to keep going despite the exhaustion, sleepless nights, and countless challenges. I am proud of how far i have come, and i will always remember that giving up was never an option.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Kerangka Pemikiran	4
1.6 Hipotesis Penelitian	7
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian	7
II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Minuman <i>Jelly</i>	8
2.2 Stroberi	10
2.3 Rosella	13
2.4 Jahe Merah	15
2.5 Daun Mint.....	17
2.6 Air Mineral	17
2.7 Natrium Alginat.....	18
2.8 Pektin.....	19
2.9 Sukrosa	19
2.10 Design Expert	21
2.11 Aseptic Processing	23
III. METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Bahan dan Alat Penelitian	25
3.1.1 Bahan	25
3.1.2 Alat.....	25

3.2	Metode Penelitian.....	25
3.2.1	Rancangan Percobaan	25
3.2.2	Tahapan Formulasi <i>Design Expert</i>	30
3.2.3	Rancangan Analisis.....	33
3.2.4	Rancangan Respon.....	34
3.3	Prosedur Penelitian.....	35
3.3.1	Proses Pembuatan Sari Stroberi	35
3.3.2	Proses Pembuatan Sari Rosella	36
3.3.3	Proses Pembuatan Sari Jahe Merah.....	36
3.3.4	Proses Pembuatan Sari Daun Mint.....	37
3.3.5	Proses Pembuatan Minuman <i>Jelly</i>	37
3.4	Jadwal Penelitian	45
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1	Penelitian Pendahuluan	46
4.1.1	Aktivitas Antioksidan	46
4.1.2	Total Padatan Terlarut.....	48
4.2	Penelitian Utama	49
4.2.1	Analisis Respon Kimia.....	50
4.2.2	Respon Organoleptik.....	64
4.3	Formulasi Optimal.....	79
4.3.1	Penentuan Formulasi Optimal.....	80
4.3.2	Verifikasi Formula Optimum.....	84
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1	Kesimpulan.....	86
5.2	Saran.....	86
	DAFTAR PUSTAKA.....	88
	LAMPIRAN.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Syarat Mutu Minuman Jelly.....	10
Tabel 2. Kandungan Gizi Stroberi per 100 gram berat	13
Tabel 3. Kandungan Nutrisi Bunga Rosella Herbal Kering per 100 gram	15
Tabel 4. Variabel Tetap Pembuatan Minuman Jelly	27
Tabel 5. Variabel Berubah Formulasi	27
Tabel 6. Peringkat Nilai Kepentingan.....	29
Tabel 7. Goal dan Importance Tahapan Optimasi Formula	29
Tabel 8. Formulasi Minuman Jelly Stroberi, Rosella, Jahe Merah, dan Daun Mint (%).....	33
Tabel 9. Kriteria Skala Hedonik.....	35
Tabel 10. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan pada Bahan Baku.....	46
Tabel 11. Hasil Total Padatan Terlarut pada Bahan Baku	48
Tabel 12. Formulasi Variabel Bebas Design Expert.....	49
Tabel 13. Hasil Uji Penelitian Utama Aktivitas Antioksidan	50
Tabel 14. ANOVA Analisis Aktivitas Antioksidan.....	51
Tabel 15. Fit Statistic Analisis Aktivitas Antioksidan	51
Tabel 16. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut	55
Tabel 17. ANOVA Analisis Total Padatan Terlarut	55
Tabel 18. Fit Statistic Analisis Total Padatan Terlarut	56
Tabel 19. Hasil Analisis Nilai pH	60
Tabel 20. ANOVA Analisis Nilai pH	60
Tabel 21. Fit Statistic Analisis Nilai pH	61
Tabel 22. Hasil Penilaian Atribut Warna	65
Tabel 23. ANOVA Penilaian Atribut Warna	66
Tabel 24. Fit Statistic Penilaian Atribut Warna	66
Tabel 25. Hasil Penilaian Atribut Aroma.....	69
Tabel 26. ANOVA Penilaian Atribut Aroma.....	69
Tabel 27. Fit Statistic Penilaian Atribut Aroma.....	70
Tabel 28. Hasil Penilaian Atribut Rasa	72

Tabel 29. ANOVA Penilaian Atribut Rasa	73
Tabel 30. Fit Statistic Penilaian Atribut Rasa	73
Tabel 31. Hasil Penilaian Atribut Tekstur.....	76
Tabel 32. ANOVA Penilaian Atribut Tekstur.....	76
Tabel 33. Fit Statistic Penilaian Atribut Tekstur.....	77
Tabel 34. Penetapan <i>Goal</i> dan <i>Importance</i> Minuman <i>Jelly</i>	80
Tabel 35. Hasil Prediksi Respon Kimia Formula Optimal	83
Tabel 36. Hasil Point Prediction	84
Tabel 37. Hasil Verifikasi Formula Optimal	85
Tabel 38. Hasil Penelitian Pendahuluan % Inhibisi Aktivitas Antioksidan.....	101
Tabel 39. Hasil Penelitian Pendahuluan IC50 Aktivitas Antioksidan	101
Tabel 40. Hasil Penelitian Pendahuluan Total Padatan Terlarut	101
Tabel 41. Hasil Penelitian Utama % Inhibisi Aktivitas Antioksidan.....	102
Tabel 42. Hasil Penelitian Utama IC50 Aktivitas Antioksidan	103
Tabel 43. Hasil Penelitian Utama Total Padatan Terlarut.....	104
Tabel 44. Hasil Penelitian Utama Nilai pH.....	104
Tabel 45. Hasil Penilaian Uji Organoleptik Atribut Warna.....	105
Tabel 46. Hasil Penilaian Uji Organoleptik Atribut Aroma	106
Tabel 47. Hasil Penilaian Uji Organoleptik Atribut Rasa.....	107
Tabel 48. Hasil Penilaian Uji Organoleptik Atribut Tekstur	108
Tabel 49. Hasil Verifikasi % Inhibisi Aktivitas Antioksidan	109
Tabel 50. Hasil Verifikasi IC50 Aktivitas Antioksidan	109
Tabel 51. Hasil Verifikasi Total Padatan Terlarut dan Nilai pH.....	110
Tabel 52. Hasil Uji Orgnoleptik Formula Optimal	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Buah Stroberi.....	11
Gambar 2. Bunga Rosella	14
Gambar 3. Jahe Merah	16
Gambar 4. Batas Variabel Berubah.....	30
Gambar 5. Solusi Variabel Berubah.....	31
Gambar 6. Laporan Input Data.....	31
Gambar 7. Satuan Analisis Respon.....	32
Gambar 8. Formulasi Minuman Jelly.....	32
Gambar 9. Diagram Alir Proses Pembuatan Sari Stroberi.....	39
Gambar 10. Diagram Alir Proses Pembuatan Sari Rosella.....	40
Gambar 11. Diagram Alir Proses Pembuatan Sari Jahe Merah	41
Gambar 12. Diagram Alir Proses Pembuatan Sari Daun Mint	42
Gambar 13. Diagram Alir Proses Pembuatan Minuman Jelly	43
Gambar 14. Diagram Alir Penelitian Formula dengan Aplikasi Design Expert...	44
Gambar 15. Grafik Kenormalan Internally Studentized Residuals Analisis Aktivitas Antioksidan	53
Gambar 16. Grafik 3D Surface Analisis Aktivitas Antioksidan	53
Gambar 17. Grafik Kenormalan Internally Studentized Residuals Analisis Total Padatan Terlarut	58
Gambar 18. Grafik 3D Surface Analisis Total Padatan Terlarut	59
Gambar 19. Grafik Kenormalan Internally Studentized Residuals Analisis Nilai pH.....	63
Gambar 20. Grafik 3D Surface Analisis Nilai pH	64
Gambar 21. Grafik Kenormalan Internally Studentized Residuals Penilaian Atribut Warna.....	67
Gambar 22. Grafik 3D Surface Penilaian Atribut Warna	67
Gambar 23. Grafik Kenormalan Internally Studentized Residuals Penilaian Atribut Aroma	71
Gambar 24. Grafik 3D Surface Penilaian Atribut Aroma.....	71

Gambar 25. Grafik Kenormalan Internally Studentized Residuals Penilaian	
Atribut Rasa	74
Gambar 26. Grafik 3D Surface Penilaian Atribut Rasa	75
Gambar 27. Grafik Kenormalan Internally Studentized Residuals Penilaian	
Atribut Tekstur	78
Gambar 28. Grafik 3D Surface Penilaian Atribut Tekstur	78
Gambar 29. Grafik Desirability Formula Optimal	83
Gambar 30. Grafik Persamaan Linier Formula Optimal	110
Gambar 31. Dokumentasi Produk Seluruh Formulasi	112
Gambar 32. Dokumentasi Uji Organoleptik	112
Gambar 33. Dokumentasi Proses Maserasi Sampel Menggunakan Metanol	113
Gambar 34. Dokumentasi Proses Evaporasi	113
Gambar 35. Dokumentasi Pengujian Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	114
Gambar 36. Dokumentasi Pengujian Total Padatan Terlarut Menggunakan Hand Refractometer	114
Gambar 37. Dokumentasi Pengujian Nilai pH Menggunakan pH Meter	115

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisis Total Padatan Terlarut (TPT)	97
Lampiran 2. Prosedur Aktivitas Antioksidan Metode DPPH	98
Lampiran 3. Prosedur Pengujian Nilai pH	99
Lampiran 4. Formulir Uji Organoleptik (Uji Hedonik)	100
Lampiran 5. Hasil Penelitian Pendahuluan	101
Lampiran 6. Hasil Penelitian Utama	102
Lampiran 7. Hasil Penilaian Uji Organoleptik.....	105
Lampiran 8. Hasil Verifikasi Formula Optimal	109
Lampiran 9. Hasil Uji Organoleptik Formula Optimal.....	111
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian Utama	112

I PENDAHULUAN

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

1.1 Latar Belakang

Minuman *jelly* merupakan minuman penyegar berbentuk gel yang ketika dikonsumsi mampu menunda rasa lapar, memiliki karakteristik utama berupa cairan yang stabil, kental, serta kandungan air yang tinggi. Produk ini sangat diminati akibat perubahan pola hidup masyarakat (Sipahaleut, S. G., 2024). Secara khusus, kelompok usia produktif yang beraktivitas kerja cenderung mencari produk pangan fungsional yang memberikan rasa kenyang dan praktis, seperti minuman *jelly* (Rujitto, *et al.*, 2020). Produk ini telah mencapai popularitas di berbagai kelompok usia berkat cita rasa, warna, serta teksturnya (Rittisak et al., 2023). Minuman *jelly* umumnya diproduksi dari ekstrak buah atau jenis bahan minuman lainnya dengan penambahan sukrosa, pengatur keasaman dan hidrokuinon sebagai bahan pengental (Suryana *et al.*, 2022). Bahan pembentuk gel meliputi agar-agar, karagenan, pektin, dan gelatin. Kandungan nutrisi minuman *jelly* ditentukan oleh jenis sari buah yang digunakan (Utami, L. S., 2016). Meskipun demikian, formulasi minuman *jelly* yang mencapai keseimbangan antara cita rasa, warna, aroma, serta manfaat fungsional masih memerlukan optimasi yang tepat.

Stroberi merupakan spesies tanaman buah yang telah secara luas dikembangkan oleh masyarakat global, termasuk di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2024), produksi total buah stroberi mencapai 31.770,6 ton pada tahun 2024. Salah satu yang kurang menguntungkan dari stroberi adalah ketidakstabilan penyimpanannya, dimana buah tersebut rentan terhadap kerusakan. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk penyimpanan jangka panjang adalah melalui pembekuan stroberi atau pengolahan menjadi produk turunan seperti sari buah, selai, dan konsentrat. Kandungan utama yang paling dominan buah stroberi adalah vitamin C, yang berperan dalam memperlancar aliran darah ke organ

intim. Dalam setiap 100 gram buah stroberi segar terkandung vitamin A 60 SI, vitamin C 60 mg dan air 89,9 g (Budiman dan Saraswati, 2008).

Tanaman rosella merupakan salah satu spesies tanaman obat yang terbukti mengandung berbagai komponen aktif dan khasiat, termasuk sebagai bahan untuk obat alami. Bunga rosella mengandung senyawa kimia seperti *gossypeptin*, antosianin, dan *glucose hibiscin*. Kelopak rosella juga mengandung pektin yang cukup tinggi, yaitu sekitar 3,19% serta pigmen antosianin sehingga ekstrak rosella yang dihasilkan memiliki warna merah alami yang menarik. Kandungan antosianin pada bunga rosella berfungsi sebagai antioksidan alami yang mampu menangkal radikal bebas (Zaddana, C., *et al.*, 2024). Tanaman rosella herbal memiliki banyak manfaat, baik sebagai sumber bahan pangan fungsional maupun biofarmaka (Nurnasari, E., 2017). Oleh karena itu, herba rosella memiliki potensi untuk dikonversi menjadi produk bernilai ekonomis, sehingga memberikan nilai tambah, khususnya dalam meningkatkan taraf hidup petani dan produksi rosella nasional (Lampah, P. I., 2022).

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) merupakan salah satu spesies tanaman rempah-rempah yang melimpah di Indonesia, dengan beragam manfaat dan ketersediaan yang tinggi. Sebagai salah satu komoditas rempah-rempah, jahe merah banyak dimanfaatkan sebagai bahan bumbu, komponen dalam pengobatan tradisional, bahan pemanis atau minuman penyegar, serta sebagai produk ekspor nirmigas dalam bentuk jahe segar, jahe kering, minyak atsiri, dan oleoresin. Jahe merah mengandung senyawa-senyawa esensial yang dibutuhkan oleh tubuh, termasuk minyak atsiri yang memberikan aroma khas, serta *gingerol* dan yang menghasilkan pedas. Salah satu khasiat jahe yang sering dibicarakan adalah kemampuannya untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh, sehingga sering diintegrasikan kedalam ramuan jamu atau obat tradisional (Aji, N. P., *et al.*, 2021). Namun, pengolahan jahe merah saat ini masih terbatas pada penggunaan sebagai bahan bumbu atau dalam bentuk jamu. Inovasi dalam pengolahan jahe merah diperlukan untuk meningkatkan daya tarik konsume terhadap produk ini, sehingga dapat meningkatkan nilai ekonominya. Salah satu diversifikasi usaha produk olahan jahe merah adalah minuman *jelly* yang diperkaya dengan jahe merah.

Daun mint mempunyai aroma wangi dan cita rasa dingin menyegarkan. Aroma wangi daun mint disebabkan kandungan minyak astiri berupa minyak menthol. Daun mint mengandung vitamin C, provitamin A, fosfor, zat besi, kalsium, dan potasium. Serat, klorofil, dan fitonutrien juga banyak terkandung didalam daun mint (Daniela, *et al.*, 2024). Manfaat daun mint yaitu memiliki sifat antibakteri, anti tumor, dan anti alergi (Elok, *et al.*, 2018).

Penentuan optimalisasi formula dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya metode simplex dengan pemograman linier, *software* lindo, fasilitas *solver* pada Microsoft Excel, dan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*. *Design Expert* digunakan untuk optimasi proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut. *Design Expert* menyediakan beberapa pilihan desain dengan fungsinya masing-masing, salah satunya adalah *Mixture Design* yang berfungsi untuk menemukan formulasi optimal (Ulfah, 2017).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang penelitian di atas, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi yaitu bagaimana formula optimal pada produk minuman *jelly* yang dibuat dari stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint yang ditentukan oleh program *Design Expert* versi 13 metode *Mixture D-Optimal*?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan formulasi optimum minuman *jelly* yang dibuat dari stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint menggunakan metode *Mixture Design D-Optimal*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi proporsi setiap bahan terhadap karakteristik sensori dan fisik-kimia produk minuman *jelly*, serta memperoleh model optimasi yang mampu memberikan kombinasi formula terbaik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini ialah :

1. Mendapatkan formulasi terpilih minuman *jelly* stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*.
2. Menambah pengetahuan tentang pengembangan produk minuman *jelly* berbasis buah dan herbal.
3. Memberikan kontribusi ilmiah dalam penerapan metode optimasi formulasi pangan.

1.5 Kerangka Pemikiran

Menurut SNI 8897:2020, produk minuman berbentuk *semi-liquid* (padat lunak) yang dibuat dari hidrokoloid dan air dengan atau tanpa penambahan pangan, dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan pangan.

Berdasarkan penelitian (Audrea, *et al.*, 2023), penambahan natrium alginat dalam formulasi minuman *jelly* diketahui berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia dan sensoris produk. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa variasi konsentrasi natrium alginat memberikan pengaruh nyata terhadap viskositas, pH, serta atribut sensoris seperti warna, aroma, dan tekstur. Hal ini menunjukkan natrium alginat berperan penting dalam pembentukan struktur gel dan stabilitas sistem minuman *jelly*. Oleh karena itu, variasi proporsi natrium alginat dalam sistem campuran diduga turut mempengaruhi karakteristik produk secara keseluruhan.

Bahan dipersiapkan sesuai rancangan penelitian, kemudian dilakukan proses *water blanching* pada suhu dan waktu tertentu. Selanjutnya, bahan dihancurkan dengan penambahan air dan dilakukan penyaringan untuk memperoleh sari. Sari yang diperoleh dicampurkan dengan bahan pembentuk gel dan pemanis sesuai perlakuan, kemudian dipanaskan sambil diaduk hingga mencapai suhu yang ditetapkan. Produk minuman *jelly* yang dihasilkan selanjutnya dikemas dan didinginkan pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian (Agustin, *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian (Wibawa, *et al.*, 2025), menunjukan bahwa penambahan natrium alginat pada minuman fungsional berpengaruh terhadap

aktivitas antioksidan serta karakteristik sensorik produk. Variasi konsentrasi yang dianalisis menggunakan metode DPPH, serta mempengaruhi atribut warna, aroma, dan rasa berdasarkan uji organoleptik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa natrium alginat tidak hanya berperan sebagai bahan pengental dan pembentuk gel, tetapi dapat juga mempengaruhi stabilitas senyawa bioaktif dalam sistem minuman. Oleh karena itu, variasi proporsi natrium alginat dalam formulasi minuman jelly diduga dapat berkontribusi terhadap perubahan aktivitas antioksidan dan karakteristik sensori produk.

Berdasarkan hasil penelitian (Krisnawati, *et al.*, 2015), hasil pembuatan minuman *jelly* dengan formulasi kulit buah naga merah : bunga rosella (50%:50%) dengan penambahan *gelling agent* berupa karagenan : konjak glukomanan (60%:40%) menunjukkan kadar antioksidan paling tinggi yakni sebesar 85,95%, total antosianin 68,08 ppm, nilai IC₅₀ sebesar 196,23 ppm, kadar serat sebesar 0,52% dengan kadar air 93,55%. Hasil analisis warna pada minuman *jelly* kulit buah naga dan bunga rosella ini menghasilkan warna yang cenderung gelap dengan tingkat kemerahan yang tinggi. Sedangkan hasil organoleptik menunjukkan nilai yang paling baik dari segi rasa, aroma, dan tekstur. Berdasarkan penentuan perlakuan terbaik metode Zeleny, formulasi tersebut memperoleh hasil paling baik dengan nilai sebesar 0,04.

Berdasarkan hasil penelitian (Melati, 2025), penambahan ekstrak jahe merah berpengaruh nyata pada total padatan terlarut, kadar abu, Aw, derajat keasaman (pH), sineresis, total polifenol, aktivitas antioksidan, angka lempeng total, organoleptik (warna dan rasa). Perlakuan terbaik dari karakteristik kimia, fisik, dan organoleptik yaitu perlakuan dengan perbandingan (90g:10g) dengan nilai total padatan terlarut 10,80°brix, kadar abu 0,38%, Aw 0,93, pH 5,36, total polifenol 34,39 mg GAE/g, aktivitas antioksidan 40,84%, sineresis 11,07mg/g, viskositas 1907,00 cPs, η_{sp}/c $1,34 \times 10^{-3}$ dan organoleptik pada parameter warna 3,68, aroma 3,72, tekstur 3,68 dan rasa 3,60.

Berdasarkan penelitian (Kukuh, 2018), hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan bahan pembentuk gel yaitu pektin dan gelatin berpengaruh nyata terhadap warna (b^*), kadar air, kadar asam total, pH, dan total padatan

terlarut. Berdasarkan seluruh parameter, perlakuan A₁B₂ (pektin 2%) merupakan perlakuan terbaik dalam proses pembuatan selai nangka lembaran dengan nilai tekstur 30,20 gf, L* 45,43%, a* 9,00%, b* 27,40%, kadar air 42,17%, kadar asam total 2,46%, pH 4,97, total padatan terlarut 38,67%Brix, dan skor hedonik terhadap tekstur, warna, dan rasa adalah 2,88; 2,96; 2,84 berturut-turut.

Berdasarkan penelitian (Nurani, 2020), pembentukan gel pada selai maupun marmalade dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kandungan pektin dalam bahan, konsentrasi sukrosa yang ditambahkan, serta adanya asam. Pektin dapat ditambahkan pada buah atau bahan yang kandungan pektinnya rendah. Penambahan pektin, sukrosa, dan asam dalam konsentrasi tertentu akan mempengaruhi karakteristik fisik seperti daya oles, karakter kimiawi seperti kadar air dan nilai total padatan terlarut (TPT) serta mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk.

Penentuan optimalisasi formulasi dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya metode simplex dengan emograman linier, *software* lindo, fasilitas *solver* pada Microsoft Excel, dan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*. *Design Expert* digunakan untuk optimasi proses dalam respon utama yang diakibatkan oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah optimasi respon tersebut. *Design Expert* menyediakan beberapa pilihan desain dengan fungsinya masing-masing, salah satunya adalah *Mixture Design* yang berfungsi untuk menemukan formulasi optimal (Ulfah, 2017).

Proses optimasi adalah suatu pendekatan alternatif untuk mengidentifikasi penyelesaian terbaik dalam pengambilan keputusan suatu permasalahan. Melalui optimasi, permasalahan akan diselesaikan untuk mendapatkan hasil yang terbaik sesuai dengan batasan yang diberikan. Optimasi bertujuan menurunkan usaha yang diperlukan atau biaya operasional dan meningkatkan hasil yang diinginkan. Jika usaha yang diperlukan atau hasil yang diharapkan dapat dinyatakan sebagai fungsi dari sebuah keputusan, maka optimasi dapat didefinisikan sebagai pencapaian kondisi maksimum atau minimum dari fungsi tersebut. Optimasi pada salah satu atau seluruh aspek produk adalah tujuan dari pengembangan produk. Hasil evaluasi sensori sering digunakan dalam menentukan apakah produk yang optimum telah

dikembangkan dengan benar (Saleha, 2016). Oleh karena itu, diperlukan optimasi formula menggunakan metode *Mixture D-Optimal* pada *Design Expert* untuk memperoleh kombinasi serta aktivitas antioksidan dan TPT yang optimum berdasarkan pendekatan *desirability*.

1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang tertera, diduga bahwa penggunaan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* dapat menentukan formulasi optimal pada pembuatan minuman *jelly* berbahan baku stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint.

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik, Kampus IV Universitas Pasundan, Jl. Dr. Setiabudi No.193, Bandung dimulai pada bulan Juni s.d Juli 2026.

II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (2.1) Minuman *Jelly* (2.2) Stroberi (2.3) Rosella (2.4) Jahe Merah (2.5) Daun Mint (2.6) Bahan Baku Penunjang Minuman *Jelly*.

2.1 Minuman *Jelly*

Menurut SNI 8897-2020, minuman *jelly* merupakan produk minuman yang berbentuk gel dan memiliki karakteristik berupa cairan kental yang konsisten dengan kadar air tinggi dan mudah dihisap. Minuman *jelly* memiliki viskositas diantara sari buah dan *jelly*, serta memiliki kandungan serat yang tinggi sehingga dapat memperlancar pencernaan.

Minuman *jelly* merupakan salah satu jenis minuman yang dibuat dari bahan dasar buah-buahan yang mejadikannya disukai masyarakat dengan segala usia karena terbuat dari bahan dasar buah yang menyehatkan dan meningkatkan gizi. Selain sebagai minuman, minuman *jelly* juga dapat dikatakan sebagai makanan yang memiliki sifat penunda rasa lapar. Minuman *jelly* dapat mengurangi rasa lapar karena pada komposisi minuman *jelly* terdapat sukrosa yang dengan mudah termetabolisme oleh tubuh yang membuat perut kenyang dan dapat menghasilkan energi (Pulungan dan Dalimunthe, 2022).

Produk minuman *jelly* sudah cukup dikenal dan diterima oleh masyarakat. Keunggulan produk ini yaitu dapat diproduksi dengan teknologi yang relatif sederhana dan dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama apabila berada dalam kondisi penyimpanan yang tepat (Putra, *et al.*, 2021).

Menurut Rittisak (2023), minuman *jelly* memiliki karakteristik yang membedakannya dari produk minuman maupun *jelly* padat (agar-agar cup) pada umumnya, yaitu:

1. Bertekstur semi-padat dengan kekenyalak yang lembut, sehingga mudah dihisap melalui sedotan atau diminum langsung tanpa perlu dikunyah, berbeda dengan *jelly* padat yang harus disendok
2. Memiliki kadar air tinggi, umumnya diatas 90% yang menyebabkan produk terasa menyegarkan saat dikonsumsi

3. Memiliki viskositas yang berada diantara sari buah cair dan jelly padat, yaitu cukup kental untuk memberi sensasi ”berisi” namun tetap dapat mengalir
4. Warna, aroma, dan rasa yang mengikuti karakteristik bahan baku utamanya, sehingga sangat bervariasi tergantung jenis buah, sayur, atau herbal yang digunakan
5. Memiliki kestabilangel yang dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi hidrokoloid (karagenan, natrium alginat, pektin, atau gelatin), pH, serta kandungan total padatan terlarut dalam formula

Adapun syarat mutu dari minuman *jelly* menurut SNI 8897-2020, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Minuman Jelly

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan :		
Warna	-	Normal
Bau	-	Normal
Rasa	-	Normal
pH ⁽¹⁾	-	Maks. 4,6
Padatan Total	Fraksi massa, %	Min. 0,1
Cemaran Logam		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,05
Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,01
Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0 Maks. 100,0 ⁽²⁾
Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,01
Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,05
Catatan 1) Untuk produk yang tidak ada proses secara steril komersial 2) Untuk produk dikemas dalam kaleng 3) Ketentuan ini dikecualikan untuk minuman <i>jelly</i> yang diproses secara steril komersil		

Sumber : (Badan Standar Nasional, 2020)

2.2 Stroberi

Stroberi (*Fragaria x ananassa*) merupakan buah yang sudah luas dibudidayakan di berbagai negara, termasuk Indonesia. Namun, stroberi memiliki kekurangan berupa daya simpan yang rendah dan kerentanan terhadap kerusakan. Salah satu metode penyimpanan jangka panjang adalah melalui pembekuan atau pengolahan menjadi produk seperti sari buah, selai, dan konsentrat. Kandungan nutrisi utama stroberi adalah vitamin C, yang berperan dalam meningkatkan aliran darah ke organ intim (Budiman dan Saraswati, 2008).



Gambar 1. Buah Stroberi

Klasifikasi tanaman stroberi menurut Budiman dan Saraswati, 2008 ialah :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rosales
Family	: Rosaceae
Subfamily	: Rosoideae
Genus	: <i>Fragaria</i>
Spesies	: <i>Fragaria ananassa</i> L.

Buah stroberi memiliki rasa khas manis dan menyegarkan, serta banyak mengandung vitamin, fisetin, dan memiliki level tinggi antioksidan dibandingkan buah lainnya. Selain punya kandungan gizi yang tinggi buah stroberi juga mengandung *ellagic acid*, yang merupakan antitoksin, anti radikal bebas, anti karsinogenik, dan anti mutagen (Poincelot, 2004).

Menurut Kementrian Pertanian (2023), varietas stroberi dibagi menjadi 3 :

1. Varietas yang sudah dilepas

Knia (asal Bandung, Jawa Barat). Varietas ini sudah dilepas oleh Menteri Pertanian. Bentuk buah kerucut (*conical*) berukuran medium, warna merah tua, daging buah merah terang dengan aroma agak kuat. Seluruh permukaan buah memiliki biji (*achenes*), buah dihasilkan dari tandan tunggal. Susunan mahkota bertumpuk dan ukuran kelopak lebih besar dari mahkota.

2. Varietas lokal potensial

- a) Mencir (asal Bandung, Jawa Barat). Jenis ini hasil persilangan varietas Festival dan California. Banyak dibudidayakan pada daerah

dataran tinggi di Kecamatan Ciwidey dan Kecamatan Rancabali, Kabupaten Bandung. Varietas ini beradaptasi baik pada dataran tinggi maupun dataran rendah. Bentuk buah yang bervariasi dari bulat, segitiga sampai lonjong, tetapi umumnya dominan bentuk bulat. Jenis stroberi ini memiliki ukuran yang cukup besar, rasa manis, dan berair (*juicy*).

- b) Lokal Solok (asal Solok, Sumatera Barat). Stroberi ini memiliki ukuran buah besar berwarna merah, daging buah berwarna putih dengan kulit buah memiliki bulu-bulu halus.
- c) Lokal Brastagi (asal Brastagi, Sumatera Utara). Jenis ini memiliki habitus pertumbuhan menegang dengan ketegaran tanaman lemah. Ukuran buah sedang, bentuk buah utama silindris (*cylindrical*), tangkai buah rapuh, warna buah gelap, kekerasan buah lunak.
- d) Lokal Bali. Jenis ini memiliki bentuk buah dewasa besar (*jumbo*), bervariasi dari bulat sampai lonjong dengan bentuk ujung buah dari mengerucut sampai dengan rata.

3. Varietas Introduksi

Varietas introduksi tanaman stroberi yang banyak ditanam di Indonesia antara lain :

- a) Nyoho (asal Jepang)
- b) Sweet Charly (asal Amerika)
- c) Festival (asal Florida)
- d) Earlybright (asal Florida)
- e) Camarosa (asal California)

Tabel 2. Kandungan Gizi Stroberi per 100 gram berat

Kandungan Gizi (Satuan)	Jumlah
Kadar air (g)	89,9
Protein (g)	0,8
Karbohidrat (g)	8,3
Energi buah (kkal)	37
Lemak jenuh (g)	0,5
Potasium (mg)	27
Kalsium (mg)	28
Selenium (mg)	0,7
Magnesium (mg)	10
Fosfor (mg)	27
Vitamin C (mg)	60
Zn, Cu, Mn (mg)	< 0,5

Sumber : (Destriawan, 2019 dalam Juniart, 2023)

Buah stroberi ini sebagai bahan baku utama yang berfungsi memberikan cita rasa, aroma, warna alami, serta kandungan senyawa bioaktif pada produk minuman *jelly*.

2.3 Rosella

Tanaman rosella (*Hibiscus sabdariffa*) merupakan spesies tanaman hias luar ruangan yang termasuk dalam keluarga *Malvaceae*, sering disebut sebagai kembang sepatu. Di Indonesia dengan iklim tropis, tanaman ini dapat berkembang dengan optimal (Djaeni, 2017). Rosella dikenal luas karena kelopak bunganya dapat diolah menjadi minuman kesehatan yang efektif dalam mengatasi berbagai kondisi seperti hipertensi, diabetes, dan sebagai diuretik. Zat aktif utama dalam kelopak bunga rosella meliputi *gossypetin*, antosianin, dan glukosa hibisci. Pigmen merah pada bunga rosella berasal dari kandungan antosianin, yang merupakan senyawa flavonoid. Antosianin berperan sebagai antioksidan yang diyakini mampu mengobati penyakit degeneratif (Mardiah, *et al.*, 2009).



Gambar 2. Bunga Rosella

Klasifikasi bunga rosella menurut BPOM, 2010 :

Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Dilleniidae
Bangsa	: Malvales
Suku	: Malvaceae
Marga	: Hibiscus
Jenis	: <i>Hibiscus sabdariffa</i> Linn.

Tabel 3. Kandungan Nutrisi Bunga Rosella Herbal Kering per 100 gram

Komposisi	Jumlah
Air (g)	9,2
Protein (g)	1,145
Lemak (g)	2,61
Serat (g)	12,0
Abu (g)	6,90
Kalsium (mg)	1,263
Fosfor (mg)	273,2
Besi (mg)	8,98
Betakaroten (mg)	0,029
Thiamin (mg)	0,12
Riboflavin (mg)	0,28
Niacin (mg)	3,765
Asam askorbat (mg)	6,7

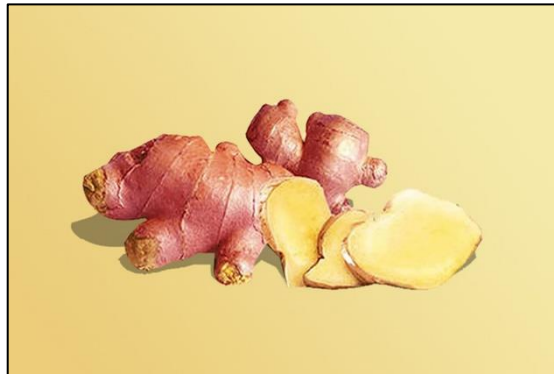
Sumber : (Setyo dan Purwati, 2021).

Selain asam askorbat, sari kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*) juga mengandung asam malat, asam aspartat, dan antosianini. Antosianin merupakan pigmen yang memberikan warna merah pada rosell dan berperan sebagai antioksidan. Kandungan antioksidan dalam kelopak bunga rosella meliputi flavonoid, gossypeptin, hibiscetin, dan sabdaretin. Antioksidan tersebut dapat dimanfaatkan melalui pengolahan rosella menjadi produk. Produk olahan rosella harus diproses dengan metode yang tepat untuk menjaga integritas antioksidan. Salah satu metodenya adalah pengolahan menjadi minuman bunga rosella (Setyo dan Purwati, 2021). Rosella berfungsi sebagai pewarna alami, pemberi rasa asam segar, serta sumber senyawa antioksidan.

2.4 Jahe Merah

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) merupakan obat dan rempah-rempah yang telah lama dikenal di Indonesia. Terdapat tiga varietas jahe, yaitu jahe putih besar, jahe putih kecil, dan jahe merah dengan perbedaan utama pada

kandungan minyak atsiri yang tertinggi pada jahe merah dan terendah pada jahe putih kecil (Setyawan, 2015). Senyawa aktif jahe meliputi, minyak atsiri, flavonoid, gingerol, dan shogaol (William & Lamprecht, 2008). Pengolahan jahe merah saat ini masih terbatas karena hanya sebagaibahan bumbu atau jamu.



Gambar 3. Jahe Merah

Klasifikasi tanaman jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) yaitu :

Kingdom : Plantae
 Subkingdom : Trachebionta
 Super Divisi : Spermatophyta
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Liliopsida
 Ordo : Zingiberanceae
 Genus : *Zingiber*
 Spesies : *Zingiber officinale* var. *Rubrum*

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) secara luas dimanfaatkan sebagai rempah kuliner untuk memberikan cita rasa dan aroma pada hidangan, serta sebagai bahan herbal obat. Komponen utamanya meliputi *volatile oil*, *non-volatile oil*, dan pati. Minyak menguap adalah minyak atsiri yang merupakan komponen pemberi aroma khas pada jahe merah, sedangkan minyak tak menguap adalah oleoresin yang merupakan komponen pemberi rasa pedas dan pahit. Jahe merah mengandung metabolit sekunder seperti tanin, flavonoid, saponin, terpenoid, dan alkaloid. Penggunaanya dalam minuman *jelly* berfungsi sebagai pembentuk cita rasa pedas, aroma, serta sebagai bahan fungsional.

2.5 Daun Mint

Tanaman mint merupakan salah satu genus dalam Famili Lamiaceae yang memiliki lebih kurang 30 spesies dan berbagai *hybrid* serta umumnya tumbuh di daerah wilayah sub-tropis. Beberapa spesies tanaman mint diantaranya *M. aquatic*, *M. arvensis*, *M. canadines*, *M. x piperita*, *M. piperita*, *M. pulegium* dan *M. spicata*. Di antara beberapa spesies tanaman mint tersebut, *M. x piperita*, *M. piperita*, dan *M. spicata* merupakan yang banyak terdapat di Indonesia (Puspitasari, *et al.*, 2021).

Tanaman *M. Piperita* yang menghasilkan minyak *pappermint* digunakan sebagai penambah aroma dan rasa pada makanan dan minuman, obat, parfum, kosmetik, dan produk penyegar (Raja, 2012).

Tanaman mint umumnya hanya ditanam dalam skala kecil atau ditemukan tumbuh liar di daerah pegunungan atau dataran tinggi, dan di tempat lembab serta berair. Hanya jenis *M. Arvensis* yang mampu beradaptasi dengan iklim tropis sehingga dapat dibudidayakan di dataran rendah (biogenesis) (Shaikh *et al.*, 2014). Daun mint ini berfungsi sebagai pemberi aroma segar dan meningkatkan penerimaan sensori pada produk.

2.6 Air Mineral

Air merupakan zat yang sangat penting bagi kehidupan dan memiliki fungsi yang tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Dalam konteks pangan, air berperan dalam mempengaruhi tekstur, penampilan, dan cita rasa produk (Winarno, 1997). Kualitas air dapat dinilai dari beberapa aspek antara lain sifat fisik yang harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa; sifat kimia yang mencakup kadar padatan terlarut dan gas terlarut, pH, serta tingkat kesadahan; dan sifat mikrobiologi, yaitu tidak mengandung mikroorganisme terutama patogen.

Air merupakan komponen utama dalam formulasi minuman jelly dan berfungsi sebagai medium pelarut, pengatur konsistensi, serta pengontrol interaksi antar bahan seperti hidrokoloid, sukrosa, dan komponen aktif lainnya. Dalam sistem pangan berbasis gel air berperan dalam menentukan tekstur, kestabilan fisik, dan karakteristik sensori produk akhir. Air bertindak sebagai *structuring agent* yang memungkinkan molekul-molekul pembentuk gel seperti pektin, karagenan, atau

gelatin mengalami hidrasi, pengembangan, dan pembentukan jaringan tiga dimensi yang stabil serta menyesuaikan total formulasi.

2.7 Natrium Alginat

Alginat merupakan komponen utama dari getah ganggang coklat dan merupakan senyawa penting dalam dinding sel spesies ganggang yang tergolong dalam kelas *Phaeophyceae*. Secara kimia, alginat merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier yang panjang (Putriyana, *et al.*, 2018).

Alginat merupakan molekul linier dengan berat molekul tinggi, maka mudah sekali menyerap air. Karena alasan tersebut, alginat baik sekali fungsinya sebagai bahan pengental. Natrium alginat yang merupakan garam natrium dari asam alginat bersifat sangat hidrofilik dan juga bersifat membentuk gel dengan ion kalsium. Pembentukan gel ini adalah dikarenakan pengkhelatan ion kalsium dengan rantai poli-L-gulunorat (Pasanda, *et al.*, 2020). Karena sifatnya yang mudah menyerap air, alginat memiliki fungsi sebagai bahan pengental. Asam alginat dalam alga coklat umumnya terdapat garam-garam kalsium, magnesium, dan natrium (Putriyana, *et al.*, 2018).

Natrium alginat merupakan polisakarida alami yang diperoleh dari dinding sel alga coklat dan sering digunakan dalam industri pangan sebagai bahan tambahan fungsional. Sifat utama alginat adalah kemampuannya untuk membentuk gel, menstabilkan tekstur, dan meningkatkan viskositas produk melalui reaksi silang dengan ion kalsium, sehingga menghasilkan struktur gel yang stabil pada suhu rendah. Pengguna komponen ini dalam formulasi makanan dan minuman modern telah dipelajari secara luas karena efeknya terhadap karakteristik fisik dan sensori produk (Pournaki, *et al.*, 2024).

Dalam minuman berbasis buah, hidrokoloid seperti *sodium alginate* dapat meningkatkan stabilitas partikel, viskositas, dan tekstur, sehingga membantu meningkatkan homogenitas produk selama penyimpanan, serta meningkatkan kualitas sensoris dan penerimaan konsumen (Rastegarpour, 2025).

2.8 Pektin

Pektin adalah senyawa polimer yang dapat mengikat air, membentuk gel atau mengentalkan cairan bersama gula dan asam (Puspitasari, *et al.*, 2008 dalam Nurani, 2020). Menurut BPOM (2013), pada proses pembuatan produk pangan, pektin dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan produk, tidak terdapat proporsi yang tetap dalam penggunaannya.

Pektin berfungsi dalam pembentukan gel, khususnya pada buah-buahan yang memiliki kandungan pektin yang rendah, sedangkan air pada bahan diikat oleh gula sehingga gel terbentuk dan memberikan kesan kental yang baik (Sundari dan Komari, 2010 dalam Nurani, 2020).

Penggunaan pektin dalam industri makanan yaitu sebagai bahan pembentuk gel untuk pembuatan jam dan *jelly*, dimana kemampuan pektin membentuk gel tergantung pada kandungan gugus metoksilnya. Kemampuan pektin membentuk gel merupakan sifat unik dari pektin. Penggunaan pektin selain dari pembentuk gel pektin juga digunakan dalam produk buah-buahan kemasan, selai, *jelly*, jus, dan es krim sebagai penstabil (Cruess, 1998 dalam Nuh, *et al.*, 2020).

Penggunaan pektin pada penelitian ini bertujuan untuk membantu pembentukan tekstur *jelly drink* yang stabil serta menghasilkan karakteristik produk yang sesuai. Pektin dipilih karena memiliki kemampuan membentuk gel yang lebih baik pada produk berbasis buah dan kondisi asam dibandingkan beberapa jenis hidrokoloid lainnya. Selain itu, penggunaan pektin diharapkan dapat menghasilkan tekstur *jelly drink* yang mudah dikonsumsi serta mampu mempertahankan kestabilan produk selama proses penyimpanan.

2.9 Sukrosa

Sukrosa secara kimia termasuk dalam golongan karbohidrat, dengan rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$. Struktur sukrosa terdiri dari satu molekul ($C_6H_{12}O_6$) yang terikat dengan satu molekul fruktosa ($C_6H_{12}O_6$). Kedua monosakarida ini juga hadir sebagai molekul bebas dalam batang tanaman tebu, namun tidak dalam umbi bibit gula. Rumus sukrosa tidak menunjukkan adanya gugus karbonil bebas, sehingga sukrosa tidak menunjukkan sifat reduksi, seperti dalam reaksi dengan larutan

Fehling. Campuran glukosa dan fruktosa dikenal sebagai gula invert (Fessenden, 1986).

Sukrosa mengandung sekitar 99,9% sukrosa murni. Sukrosa menunjukkan seperti rasa manis, kelarutan tinggi dalam air, serta kristal pada berupa butiran atau gumpalan. Sifat-sifat ini membuat sukrosa banyak digunakan dalam industri pengolahan makanan dan minuman (Saleha, 2016).

Sukrosa diperoleh melalui pengolahan nira tebu di pabrik sukrosa untuk menghasilkan sukrosa murni. Kualitas sukrosa yang tersedia di pasar umumnya dievaluasi berdasarkan warna dan tingkat kemurniannya. Selain sukrosa, bahan tambahan seperti pewarna sering dimanfaatkan dalam produksi makanan dan minuman untuk meningkatkan daya tarik visual produk (Styaningrum, *et al.*, 2023). Sukrosa berfungsi sebagai pemanis, penyeimbang rasa asam, serta berkontribusi terhadap pembentukan tekstur dan *mouthfeel* produk.

2.10 Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa kimia yang dapat tercipta dalam tubuh manusia secara alami atau diperoleh dari luar tubuh melalui makanan, yang dapat menjadikan radikal bebas menjadi bentuk yang lebih stabil. Senyawa metabolit sekunder seperti fenolik, flavonoid, atau asam organik yang berasal dari bahan alam dapat menjadi sumber antioksidan dari luar tubuh (Bhadreswara dan Susanti, 2023).

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menghambat atau memperlambat proses oksidasi dengan cara mendonorkan elektron kepada radikal bebas sehingga radikal bebas menjadi lebih stabil dan tidak merusak sel. Senyawa antioksidan banyak ditemukan pada bahan pangan nabati seperti buah, sayur, bunga, dan rempah karena mengandung senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, antosianin dan vitamin C. Aktivitas antioksidan berperan penting dalam menangkali stres oksidatif yang dapat menyebabkan kerusakan sel dan memicu berbagai penyakit degeneratif (Winarsi, 2007).

Karakteristik antioksidan dipengaruhi oleh jenis dan struktur senyawa penyusunnya. Antioksidan memiliki kemampuan untuk menangkap radikal bebas, menghambat reaksi berantai oksidasi, serta mengkelat ion logam yang dapat

memicu oksidasi. Berdasarkan sumbernya, antioksidan dibedakan menjadi antioksidan alami dan sintetik. Antioksidan alami umumnya berasal dari tumbuhan dan lebih banyak digunakan dalam pengembangan pangan fungsional karena dianggap lebih aman. Aktivitas antioksidan biasanya diuji menggunakan metode seperti DPPH, ABTS, dan FRAP, di mana semakin tinggi kemampuan penangkapan radikal bebas maka semakin kuat aktivitas antioksidannya (Kumalaningsih, 2006).

Aktivitas antioksidan pada bahan pangan dipengaruhi oleh suhu pengolahan karena senyawa bioaktif seperti antosianin, flavonoid, fenolis, dan vitamin C bersifat sensitif terhadap panas. Secara umum, aktivitas antioksidan masih relatif stabil pada suhu rendah hingga sedang, yaitu sekitar 40-60°C, namun akan mengalami penurunan apabila dipanaskan pada suhu tinggi dalam waktu yang lama. Suhu penyeduhan memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan rosella (Astuti, 2015). Oleh karena itu, penggunaan suhu rendah atau tanpa pemanasan pada minuman fungsional dilakukan untuk mempertahankan aktivitas antioksidan bahan secara optimal.

2.10 Design Expert

Design Expert digunakan untuk mengoptimalkan proses berdasarkan respon utama yang dipengaruhi oleh beberapa variabel. Perangkat lunak ini menyediakan berbagai jenis rancangan percobaan dengan fungsi yang berbeda, salah satunya *Mixture Design* yang digunakan untuk menentukan formulasi optimal (Ulfah, 2017).

Design Expert merupakan perangkat lunak yang berfungsi melakukan optimasi produk maupun proses melalui analisis pengaruh variabel terhadap respon utama, sehingga diperoleh kondisi optimum dari respon tersebut (Rahmawati, 2022).

Design expert merupakan perangkat lunak yang menyediakan rancangan percobaan (*design od experiment*) untuk melakukan optimasi rancangan statistik yang digunakan di dalam proses optimasi seperti :

1. Desain Faktorial (*Factorial design*), digunakan untuk mengidentifikasi faktor vital yang mempengaruhi proses dan pembuatan produk di dalam percobaan sehingga dapat memberikan peningkatan.

2. *Method Response Surface* (RSM), digunakan untuk menentukan proses yang paling optimal sehingga diperoleh hasil yang paling optimum.
3. Teknik Desain Campuran (*Mixture design*), digunakan untuk menentukan formula yang optimal di dalam formulasi produk.
4. Gabungan desain (*Combined design*), yaitu campuran variabel proses, komponen campuran dan faktor kategori dalam suatu desain, digunakan untuk penentuan optimasi proses dan formulasi di dalam pembuatan produk.

Menurut (Ali, 2017), teknik desain campuran (*mixture design techniques*) dalam program *Design Expert* digunakan untuk menentukan formulasi yang optimal. Pada percobaan *Mixture Design*, faktor independen dinyatakan dalam proporsi komponen yang berbeda dalam suatu campuran. Metode *D-Optimal* digunakan untuk mengatur variasi konsentrasi komponen yang beragam dan dipilih karena sifatnya yang fleksibel dalam perancangan *Mixture Design*.

Desain *Mixture D-optimal* digunakan untuk desain campuran. Cara kerjanya sama persis dengan RSM. Titik desain yang dipilih untuk meminimalkan varian terkait dengan perkiraan koefisien dalam model yang ditentukan. Ruang desain didefinisikan oleh kendala tingkat rendah dan tinggi pada setiap faktor dan kendala multifaktor yang merupakan rancangan untuk menentukan kombinasi variabel berubah dengan mengabaikan variabel tetap (Ali, 2017).

Menurut (Ali, 2017), analisis ragam dan penyusunan model matematika dilanjutkan dengan tahap optimasi respon. Respon ditargetkan sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Masing-masing respon diberikan bobot *importance* yang dipilih mulai dari 1 (+) hingga 5 (+++++) bergantung pada kriteria yang diinginkan, semakin tinggi tanda positif yang diberikan menunjukkan tingkat kepentingan variabel respon yang semakin tinggi.

Program *Design Expert* memberi saran solusi formula optimum dengan nilai *desirability* yang berkisar antara 0-1. Semakin tinggi nilai *desirability* maka semakin tinggi kesesuaian formula yang diperoleh. Formula optimum dipilih berdasarkan nilai *desirability* tertinggi dan dilanjutkan ke tahapan verifikasi formula terpilih (Ali, 2017). Teknik desain campuran memiliki dua persyaratan, yaitu :

1. Komponen dalam formula merupakan bagian dari total formulasi. Jika persentasi dalam satu komponen naik, maka persentasi komponen lain turun. Sebagai penambahan semua komponen yang digunakan memiliki jumlah yang tetap.
2. Respon harus merupakan fungsi dari proporsi komponen-komponennya (I. R. Hidayat, *et al.*, 2020). Respon yang digunakan harus dipengaruhi oleh proporsi komponen yang dicampurkan.

Kelebihan dari *Design Expert* metode *D-Optimal* ini adalah ketelitian program ini secara numerik mencapai 0,001 dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimasi program ini akan memberikan rekomendasi berdasarkan nilai F dan R² terbaik dari data respon yang telah diukur dan dimasukkan ke rancangan, penentuan formulasi optimal berdasarkan respon kemudian saat optimasi akan muncul formulasi solusi yang telah dirangkum oleh program berdasarkan kesimpulan hasil seluruh respon, dengan formulasi ditentukan oleh program, program ini menyediakan fitur yang lengkap seperti ANAVA, *fit summary*, evaluasi model, dan lainnya sehingga tidak perlu menghitung lama, penggunaannya cepat dan tidak memakan waktu yang lama (Saleha, 2016).

2.11 Aseptic Processing

Aseptic processing merupakan metode pengolahan pangan yang dilakukan dengan menjaga kondisi steril atau higienis selama proses produksi, pengemasan, dan penyimpanan untuk meminimalkan kontaminasi mikroorganisme pada produk pangan. Metode ini umumnya diterapkan pada produk pangan cair atau semi cair dengan tujuan mempertahankan mutu produk, memperpanjang umur simpan, serta menjaga kandungan senyawa bioaktif yang sensitif terhadap panas. Menurut Fellows (2017), *aseptic processing* dilakukan dengan cara menyiapkan bahan baku, alat, dan wadah dalam kondisi bersih dan higienis sehingga kemungkinan terjadinya kontaminasi mikroba selama proses pengolahan dapat ditekan. Penerapan metode ini juga didukung dengan penggunaan wadah yang bersih, sanitasi alat, serta penanganan bahan baku secara higienis agar kualitas produk tetap terjaga.

Metode *aseptic processing* dinilai memiliki keunggulan dalam mempertahankan kandungan senyawa bioaktif pada bahan pangan, terutama pada

produk yang kaya akan antioksidan alami. Senyawa antioksidan seperti flavonoid, fenolik, vitamin C, dan antosianin diketahui sensitif terhadap suhu tinggi dan dapat mengalami degradasi selama proses pemanasan (Jay, et.al., 2005). Kerusakan senyawa antioksidan akibat pemanasan dapat menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan pada produk pangan sehingga nilai fungsional produk menjadi berkurang. Oleh karena itu, penggunaan metode pengolahan dengan pemanasan minimal atau pengolahan secara higienis menjadi salah satu alternatif untuk mempertahankan stabilitas senyawa bioaktif dalam produk minuman fungsional.

Selain mempertahankan aktivitas antioksidan, penerapan *aseptic processing* juga dapat membantu menjaga karakteristik sensori produk seperti warna, aroma, rasa dan kesegaran bahan baku. Desrosier, N.W dan Desrosier, J.N (1988), menyatakan bahwa proses pengolahan dengan pemanasan minimal mampu mempertahankan kualitas organoleptik produk dibanding dengan proses pemanasan suhu tinggi yang dapat menyebabkan perubahan warna, hilangnya aroma alami, dan penurunan cita rasa bahan pangan. Hal tersebut menjadi penting pada produk berbasis buah dan herbal karena komponen volatil dan pigmen alami pada bahan cenderung mudah rusak akibat perlakuan panas.

Pada penelitian ini, metode *aseptic processing* diterapkan secara sederhana melalui sanitasi alat dan bahan, pencucian bahan baku menggunakan air mengalir, penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti masker dan sarung tangan, serta proses pengolahan secara higienis untuk meminimalkan kontaminasi selama pembuatan *jelly drink*. Penerapan metode tersebut diharapkan dapat membantu mempertahankan aktivitas antioksidan dari bahan baku seperti stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint sehingga diperoleh produk *jelly drink* dengan karakteristik fungsional yang lebih baik.

III. METODOLOGI PENELITIAN

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

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah stroberi mencir dari Inagreen Farm Bandung dengan ukuran sedang sampai kecil dan berwarna merah, rosella, jahe merah, daun mint, sukrosa, natrium alginat dan pektin.

Bahan yang akan digunakan untuk analisis kimia, yaitu aquadest dan DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil).

3.1.2 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan minuman *jelly* diantaranya timbangan digital, sendok, cup, wadah, saringan, pisau, dan blender.

Alat yang digunakan untuk analisis kimia diantaranya refrakometer, botol timbang, neraca analitik, labu ukur, spektrofotometer uv-vis, tabung reaksi, pipet, dan pH meter.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi yang sesuai dalam beberapa literatur yang menggunakan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal*. Dilakukan pula penelitian pendahuluan, yaitu aktivitas antioksidan dan total padatan terlarut pada buah stroberi, bunga rosella, jahe merah dan daun mint.

3.2.1 Rancangan Percobaan

Design Expert metode *Mixture D-Optimal* digunakan untuk menentukan formulasi optimal berdasarkan proporsi relatif setiap komponen dalam campuran. Pada metode ini, respon dipengaruhi oleh proporsi relatif masing-masing komponen dalam campuran, sehingga perubahan satu komponen akan mempengaruhi komponen lainnya. Menurut (Cornell, 2011) dan (Bezzera, et al., 2008), berikut syarat model pada *Mixture D-Optimal*:

1. Model Siginifikan (*Significant Model*)

Model dikatakan baik apabila memiliki $p\text{-value} \leq 0,05$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa faktor perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap respon yang diamati sehingga model dapat digunakan untuk menjelaskan antara variabel bebas dan respon penelitian.

2. *Lack of Fit* tidak signifikan

Nilai *lack of fit* digunakan untuk mengetahui kesesuaian model terhadap data percobaan. Model yang baik memiliki nilai *lack of fit* tidak signifikan atau $p\text{-value} \leq 0,05$. Hal tersebut menunjukkan bahwa model mampu menggambarkan data aktual dengan baik dan tidak terdapat penyimpangan yang besar antara hasil prediksi dan data percobaan.

3. Nilai koefisien determinasi (R^2) tinggi

Nilai R^2 menunjukkan kemampuan model dalam menjelaskan variasi respon penelitian. Semakin tinggi nilai R^2 atau mendekati 1, maka model semakin baik dalam menjelaskan hubungan antara faktor dan respon.

4. Selisih *Adjusted R^2* dan *Predicted R^2* tidak terlalu jauh

Adjusted R^2 menunjukkan kemampuan model terhadap data aktual, sedangkan *Predicted R^2* menunjukkan kemampuan model dalam memprediksi data baru. Selisih kedua nilai tersebut sebaiknya kurang dari 0,2 agar model memiliki kemampuan prediksi yang baik.

5. Nilai *Adeq Precision* lebih dari 4

Adeq precision digunakan untuk mengukur rasio signal terhadap noise. Nilai lebih dari 4 menunjukkan bahwa signal model cukup baik sehingga model layak digunakan untuk optimasi formulasi dari navigasi (*design space*).

6. Nilai *Coefficient of Variaton* (CV) rendah

Nilai CV menunjukkan tingkat keragaman data percobaan. Nilai CV yang rendah menunjukkan data lebih homogen dan model memiliki ketelitian yang baik memprediksi respon penelitian.

Percobaan yang dilakukan ialah menentukan formulasi optimum. Percobaan ini memiliki tahapan diantaranya tahap perencanaan formulasi, tahap pembuatan produk, tahap analisis, tahap optimasi, dan tahap konfirmasi atau verifikasi.

1. Perencanaan Formulasi

Tahap ini diawali dengan penentuan variabel bebas dan variabel tetap menggunakan program *Design Expert*. Variabel tetap merupakan faktor yang nilainya dijaga konstan karena dianggap memengaruhi respon yang dihasilkan, sedangkan variabel bebas ditetapkan sama pada setiap perlakuan karena dianggap tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap respon. Penentuan variabel tersebut didasarkan pada kajian penelitian terdahulu melalui metode *trial and error* untuk menetapkan batas minimum dan maksimum formulasi serta penyusunan produk (Nurmiah, 2013). Berikut merupakan variabel tetap pada pembuatan minuman *jelly* :

Tabel 4. Variabel Tetap Pembuatan Minuman *Jelly*

No	Nama Bahan	Jumlah (%)
1	Sukrosa	13%
2	Natrium Alginat	0,4%
3	Pektin	1,5%
Total		14,9%
Variabel Berubah		85,1%
Total Keseluruhan		100%

Penentuan formulasi pada penelitian ini ditentukan dari kajian literatur dan laporan penelitian sebelumnya. Komposisi bahan utama seperti stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint, ditetapkan berdasarkan referensi terdahulu yang relevan dan disesuaikan dengan karakteristik minuman *jelly* yang diinginkan. Adapun penggunaan bahan tambahan seperti sukrosa dan natrium alginat mengacu pada penelitian Adiguna (2021) dengan beberapa penyesuaian untuk memperoleh yang sesuai.

Tabel 5. Variabel Berubah Formulasi

No	Nama Bahan	Batas Bawah (%)	Batas Atas (%)
1	Sari Stroberi	38	58
2	Sari Rosella	10	18
3	Sari Jahe Merah	5	12
4	Sari Daun Mint	3	8
Total		85,1%	

Rancangan respon yang digunakan, yaitu respon kimia (Total padatan terlarut (TPT) dan aktivitas antioksidan) dan respon organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur).

2. Tahap Formulasi

Tahap formulasi adalah tahapan pembuatan produk minuman *jelly* stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint sebanyak 16 formulasi yang ditampilkan aplikasi *Design Expert* tahapan yang dilakukan meliputi pencampuran sari stroberi, rosella, jahe merah dan daun mint dengan penambahan sukrosa, natrium alginat, dan air.

3. Tahap Analisis Respon

Setelah produk jadi dilakukan analisis respon kimia yaitu, total padatan terlarut dan aktivitas antioksidan. Serta respon organoleptik yang meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur, kemudian dimasukan ke dalam aplikasi *Design Expert*.

4. Tahap Optimasi

Tahap ini menjelaskan setiap respon yang menjadi sasaran optimasi dalam program *Design Expert*. Proses optimasi dilakukan berdasarkan data variabel dan hasil pengukuran respon yang telah dimasukan kedalam program. Tahap ini menghasilkan beberapa rekomendasi formulasi optimal sesuai dengan hasil analisis. Formulasi terbaik ditentukan berdasarkan nilai *desirability* tertinggi dengan rentang 0-1,0, dimana nilai yang semakin mendekati 1,0 menunjukkan tingkat kesesuaian hasil optimasi yang semakin baik. Tujuan optimasi bukan untuk mencapai nilai *desirability* 1,0, melainkan untuk memperoleh kondisi terbaik yang memenuhi seluruh fungsi rujukan secara simultan (Raissi, S., dan Farzani, 2009).

Penetapan goals berdasarkan nilai yang diharapkan pada respon dan variabel berubah yaitu *in range*, *minimize*, dan *maximize*. Nilai *importance* ditentukan sesuai bobot kepentingan masing-masing variabel dan respon dengan skala (+) hingga (+++++), dimana bobot yang lebih menunjukkan tingkat kepentingan yang lebih besar. Formulasi optimal ditetapkan berdasarkan nilai *desirability* dengan rentang 0-1 sebagai indikator

kesesuaian hasil optimasi terhadap tujuan penelitian. Selanjutnya dilakukan evaluasi pengaruh variabel dan respon terhadap produk minuman *jelly* stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint.

Tabel 6. Peringkat Nilai Kepentingan

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

Tabel 7. Goal dan Importance Tahapan Optimasi Formula

Respon	Goal	Importance
Aktivitas Antioksidan	Minimize	5 (+++++)
Total Padatan Terlarut	In Range	5 (+++++)
Nilai pH	In Range	5 (+++++)
Warna	Maximize	3 (+++)
Aroma	Maximize	3 (+++)
Rasa	Maximize	3 (+++)
Tekstur	Maximize	3 (+++)

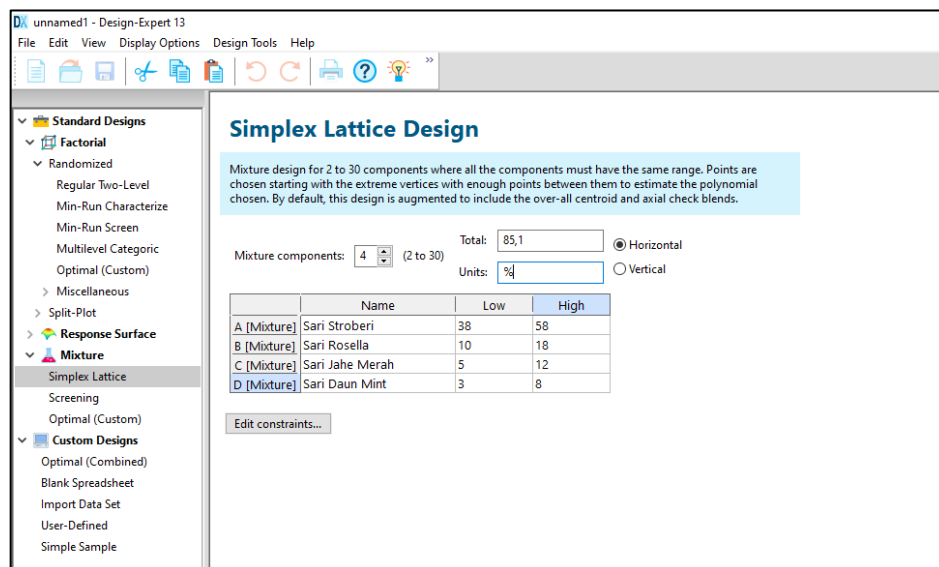
5. Tahap Verifikasi

Setelah kondisi optimum diperoleh, langkah selanjutnya adalah tahap verifikasi yang meliputi pengolahan produk serta pengujian kembali dan analisis minuman *jelly* yang terbuat dari stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint dengan penambahan air, sukrosa, dan natrium alginat sesuai dengan formulasi terbaik yang dihasilkan dari optimasi *Mixture D-Optimal*. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai variabel respon yang diprediksi oleh *Mixture D-Optimal* yang telah dilengkapi dengan prediksi nilai seperti respon sehingga dapat dilihat kesesuaiannya pada tahapan verifikasi (Nurmiah, S., 2013). Verifikasi formulasi optimal dilaksanakan antara nilai *Confidence Interval* (CI) yang dapat mengatasi kesalahan acak dari banyaknya data dan *Prediction Interval* (PI) merupakan rentang ekspektasi hasil analisis kimia formulasi optimal sebagai langkah verifikasi untuk melihat apakah hasil data sesuai dengan hasil sebenarnya.

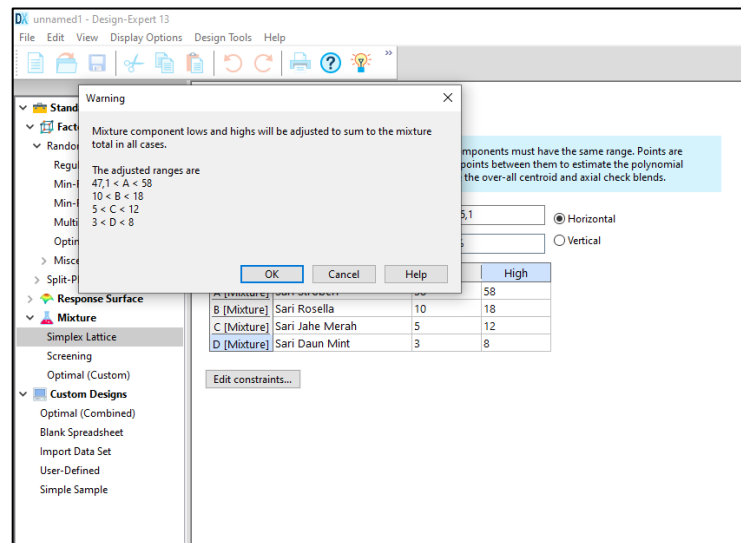
3.2.2 Tahapan Formulasi *Design Expert*

Berikut adalah tahapan awal menggunakan *Design Expert* metode *Mixture D-Optimal* :

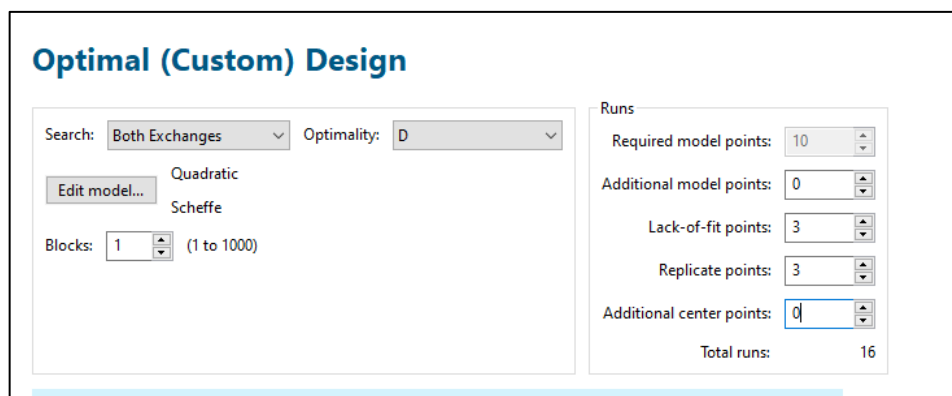
- Bahan baku utama yang ditambahkan merupakan variabel bebas pada mixture component yaitu stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint dengan jumlah total variabel berubah 85,1%.
- Batasan atas serta batasan bawah dimasukan untuk penggunaan bahan baku (variabel berubah) berupa stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint pada kolom *low* dan *high*.



Gambar 4. Batas Variabel Berubah

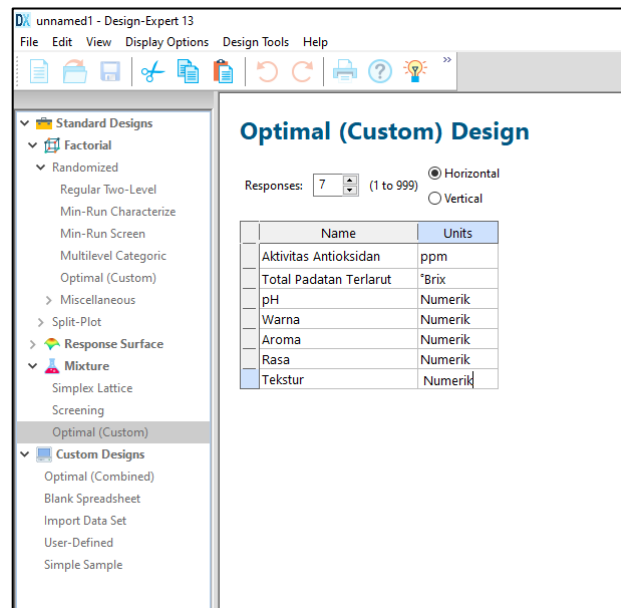


Gambar 5. Solusi Variabel Berubah



Gambar 6. Laporan Input Data

- c. Jumlah respon yang akan dianalisis dimasukan dalam suatu unit yang dibutuhkan.



Gambar 7. Satuan Analisis Respon

- d. Dari hasil data yang diuraikan langkah diatas, dihasilkan 16 formulasi dengan yang melibatkan 4 variabel, yaitu stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint. Selain itu 2 respon yang akan dianalisis, respon kimia (total padatan terlarut (TPT) dan aktivitas antioksidan) dan respon organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur).

unnamed1* - Design-Expert 13

File Edit View Display Options Design Tools Help

Change View Round Columns Augment Des

Navigation Pane

Design (Actual)

Information

Notes

Summary

Graph Columns

Evaluation

Constraints

Analysis [+]

Aktivitas Antioksidan (Empty)

Total Padatan Terlarut (Empty)

pH (Empty)

Design Properties

Run 1

Comment

Row Status Normal

Run	Component 1 A:Sari Stroberi %	Component 2 B:Sari Rosella %	Component 3 C:Sari Jahe Mer... %	Component 4 D:Sari Daun Mint %	Response 1 Aktivitas Antioksidan ppm
1	58	14,1	5	8	
2	58	10	12	5,1	
3	47,1	18	12	8	
4	58	14,2935	9,80647	3	
5	55,6431	13,4456	8,01127	8	
6	50,2974	18	8,80263	8	
7	58	14,2935	9,80647	3	
8	58	18	5	4,1	
9	53,7722	18	5,32784	8	
10	54,1783	15,9537	9,22159	5,74634	
11	52,1	18	12	3	
12	58	18	5	4,1	
13	50,7504	14,9663	12	7,38323	
14	53,6015	11,4985	12	8	
15	52,1	18	12	3	
16	58	10	9,1	8	

Gambar 8. Formulasi Minuman Jelly

Tabel dibawah merupakan 16 formulasi dengan 4 variabel berubah yang dihasilkan dari stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint. Adapun formulasi yang dihasilkan dalam bentuk persen (%) dengan basis 350 gram pada Tabel 8.

Tabel 8. Formulasi Minuman Jelly Stroberi, Rosella, Jahe Merah, dan Daun Mint (%)

No	Sari stroberi (%)	Sari Rosella (%)	Sari Jahe Merah (%)	Sari Daun Mint (%)	Sukrosa (%)	Na-Alginat (%)	Pektin (%)
1	58	14,1	5	8	13	0,4	1,5
2	58	10	12	5,1	13	0,4	1,5
3	47,1	18	12	8	13	0,4	1,5
4	58	14,2935	9,80647	3	13	0,4	1,5
5	55,6431	13,4456	8,01127	8	13	0,4	1,5
6	50,2974	18	8,80263	8	13	0,4	1,5
7	58	14,2935	9,80647	3	13	0,4	1,5
8	58	18	5	4,1	13	0,4	1,5
9	53,7722	18	5,32784	8	13	0,4	1,5
10	54,1783	15,9537	9,22159	5,74634	13	0,4	1,5
11	52,1	18	12	3	13	0,4	1,5
12	58	18	5	4,1	13	0,4	1,5
13	50,7504	14,9663	12	7,38323	13	0,4	1,5
14	53,6015	11,4985	12	8	13	0,4	1,5
15	52,1	18	12	3	13	0,4	1,5
16	58	10	9,1	8	13	0,4	1,5

3.2.3 Rancangan Analisis

Menurut (Ali, 2017), menyatakan bahwa analisis yang beragam dan penyusunan pada model matematis dilanjutkan dengan tahap optimasi respon. Respon yang dituju berdasarkan kriteria yang diinginkan. Setiap respon diberi bobot *importance* yang dipilih mulai dari 1 (+) hingga 5 (+++++) sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Semakin banyak tanda positif yang ditentukan, maka semakin tinggi tingkat kepentingan variabel respon terhadap produk. Formulasi yang paling optimal yaitu formula dengan nilai *desirability* maksimum. Nilai *desirability* merupakan nilai fungsi tujuan optimasi yang menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria yang ditetapkan pada produk akhir. Kisaran nilainya dari 0-1,0. Nilai *desirability* yang semakin

mendekati nilai 1,0 menunjukkan kemampuan program untuk menghasilkan produk yang dikehendaki semakin sempurna. Tujuan optimasi bukan untuk memperoleh nilai *desirability* 1,0, namun untuk mencari kondisi terbaik yang mempertemukan semua fungsi tujuan (Raissi, S., dan Farzani, 2009).

Kesamaan pada hasil aktual dengan yang diprediksikan program *Design Expert* dapat diamati lewat grafik plot kenormalan *Internally Studentized Residual*. Garis ini merupakan besarnya standar deviasi yang memisahkan nilai respon aktual dengan yang diprediksikan. Plot kenormalan mengindikasikan apakah residual (perbedaan antara nilai respon aktual dengan yang diprediksikan) mengikuti garis senormalan (garis lurus). Semakin mendekati suatu titik data dengan garis kenormalan, maka akan semakin baik, karena titik data tersebut menyebar normal, yang berarti hasil aktual akan mendekati hasil yang diprediksikan program *Design Expert* (Ali, 2017).

3.2.4 Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan untuk menentukan optimasi formulasi yang ada, meliputi :

a. Respon Kimia

Respon kimia dilakukan dengan uji Total Padatan Terlarut (TPT), Aktivitas Antioksidan dan pH. Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH dan dinyatakan dalam nilai IC50. Nilai IC50 menunjukkan konsentrasi sampel yang mampu menghambat 50% radikal bebas DPPH. Aktivitas antioksidan diklasifikasikan menjadi:

- 1) Sangat kuat (<50 ppm)
- 2) Kuat (50-100 ppm)
- 3) Sedang (100-150 ppm)
- 4) Lemah (150-200 ppm)
- 5) Sangat lemah (>200 ppm)

b. Respon Organoleptik

Respon organoleptik yang dilakukan menggunakan uji hedonik dengan 30 panelis dengan atribut rasa, warna, aroma, dan tekstur produk (Garnida, 2020). Kriteria skala uji hedonik dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kriteria Skala Hedonik

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

Sumber : (Garnida, 2020).

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pada pembuatan minuman *jelly* terdapat 5 proses pengolahan, yaitu pertama pembuatan sari stroberi, kedua pembuatan sari rosella, ketiga pembuatan sari jahe merah, keempat pembuatan sari daun mint, dan yang kelima pembuatan minuman *jelly*.

Proses pembuatan minuman *jelly* pada penelitian ini menggunakan metode *aseptic processing* sederhana untuk meminimalkan kontaminasi mikroorganisme serta menjaga stabilitas senyawa antioksidan pada bahan baku. Seluruh alat yang digunakan terlebih dahulu dicuci dan disanitasi menggunakan antiseptik *food grade* sebelum proses produksi dilakukan, sedangkan bahan baku seperti stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint dicuci menggunakan air mineral dan dilakukan sanitasi sederhana untuk mengurangi kontaminasi pada permukaan bahan. Selama proses pengolahan, peneliti menggunakan alat pelindung diri (APD) seperti masker dan sarung tangan untuk menjaga higienitas produk, serta dalam proses pengolahannya tidak dilakukan pemanasan.

3.3.1 Proses Pembuatan Sari Stroberi

1. Sortasi

Sortasi dilakukan untuk memisahkan buah stroberi yang layak dan tidak layak.

2. *Trimming*

Trimming dilakukan untuk membuang bagian batang dan kelopak stroberi.

3. Pencucian

Buah stroberi yang di sortasi selanjutnya dicuci menggunakan air bersih dan desinfektan untuk menghilangkan pestisida.

4. Penghancuran

Buah stroberi yang sudah dicuci kemudian dihancurkan menggunakan blender dan ditambahkan air sebanyak 1x dari jumlah buah stroberi yang digunakan. Buah stroberi di blender hingga diperoleh bubur stroberi.

5. Penyaringan

Bubur buah stroberi kemudian disaring untuk memisahkan ampas dan sarinya.

6. Sari stroberi

3.3.2 Proses Pembuatan Sari Rosella

1. Sortasi

Bunga rosella kering disortasi untuk memisahkan bunga rosella yang baik dan tidak.

2. Perendaman

Bunga rosella kemudian direndam menggunakan air mineral sebanyak 10x dari jumlah bunga rosella yang digunakan selama kurang lebih 20 menit.

3. Penyaringan

Larutan hasil perendaman kemudian disaring untuk memisahkan ampas dan sarinya.

4. Sari Rosella

3.3.3 Proses Pembuatan Sari Jahe Merah

1. Sortasi

Rimpang jahe merah segar disortasi untuk memisahkan jahe merah yang tidak layak dengan yang layak.

2. *Trimming* dan Pengupasan

Jahe merah dilakukan pengupasan untuk memisahkan kulit dan dagingnya.

3. Pencucian

Jahe merah yang di sortasi selanjutnya dicuci menggunakan air mineral dan desinfektan.

4. Penghancuran

Jahe merah dihancurkan dengan cara di blender dan ditambahkan air sebanyak 5x dari jumlah jahe merah yang digunakan.

5. Penyaringan

Jahe merah yang sudah dihaluskan kemudian disaring untuk memisahkan ampas dan sarinya.

6. Sari Jahe Merah

3.3.4 Proses Pembuatan Sari Daun Mint

1. Sortasi

Daun mint segar disortasi untuk memisahkan daun mint yang tidak layak dengan yang layak.

2. *Trimming*

Trimming dilakukan untuk membuang daun mint dengan batangnyaaa.

3. Pencucian

Daun mint yang di sortasi selanjutnya dicuci menggunakan air mineral dan desinfektan.

4. Penghancuran

Daun mint dihancurkan dengan cara di blender dan ditambahkan air sebanyak 10x dari jumlah daun mint yang digunakan.

5. Penyaringan

Daun mint kemudian disaring untuk memisahkan ampas dan sarinya.

6. Sari Daun Mint

3.3.5 Proses Pembuatan Minuman *Jelly*

1. Persiapan Bahan

Seluruh bahan yang digunakan, meliputi sari stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint disiapkan sesuai dengan formulasi penelitian. Bahan tambahan berupa sukrosa, natrium alginat dan pektin juga disiapkan untuk proses pengolahan.

2. Pencampuran I

Sari stroberi dicampurkan dengan sari rosella, sari jahe merah, dan sari daun mint sesuai dengan formulasi perlakuan yang telah ditetapkan. Proses pencampuran dilakukan hingga seluruh sari tercampur secara rata.

3. Pencampuran II

Sukrosa, natrium alginat, dan pektin ditambahkan kedalam campuran sari sesuai dengan formulasi penelitian. Selanjutnya dilakukan pengadukan hingga seluruh bahan tercampur secara homogen.

4. Pengukuran pH

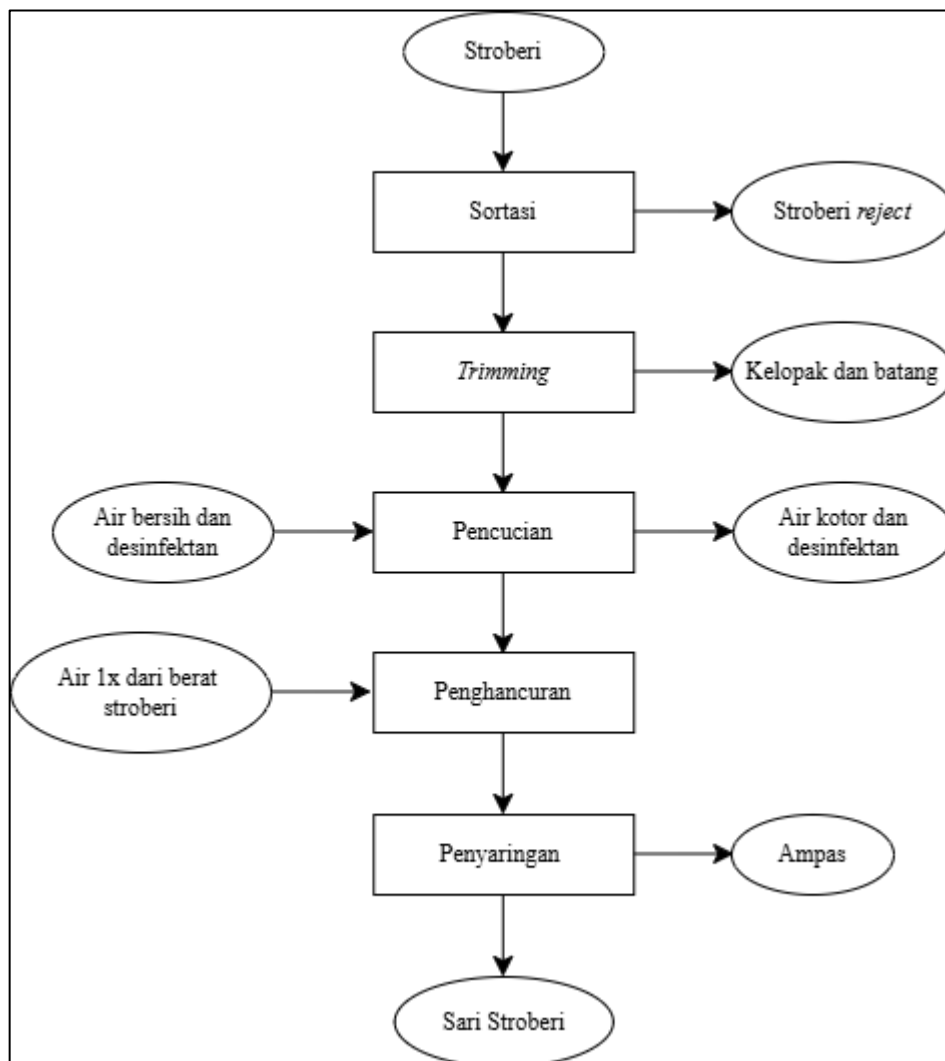
Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui apakah pH sudah sesuai atau tidak.

5. Produk Akhir

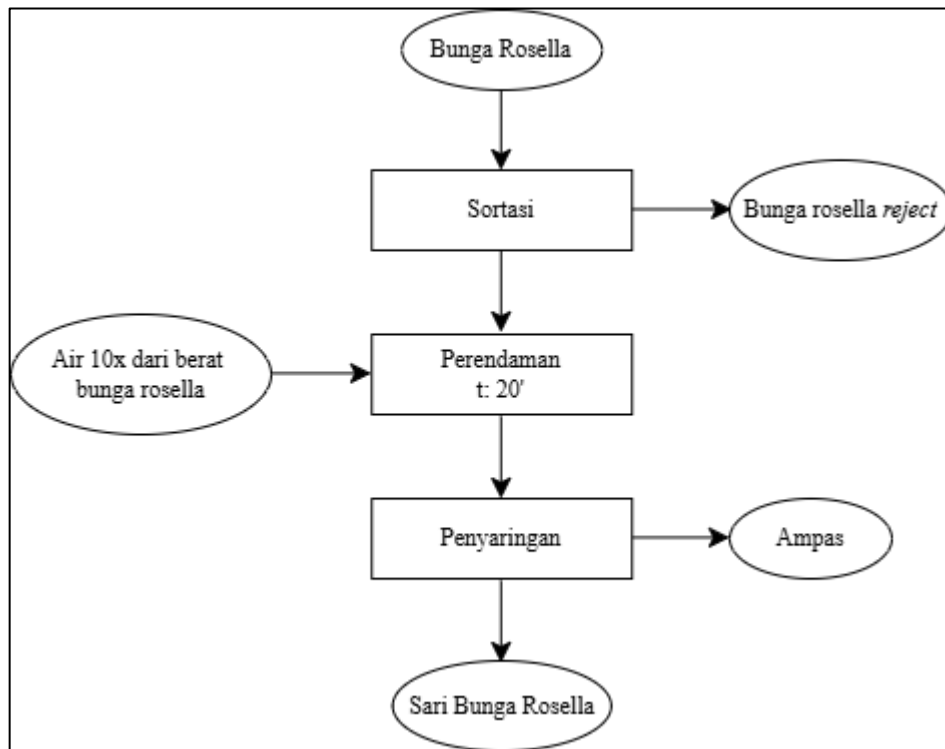
Minuman *jelly* yang telah terbentuk selanjutnya dilakukan analisis dan organoleptik yang telah ditetapkan.

6. Analisis

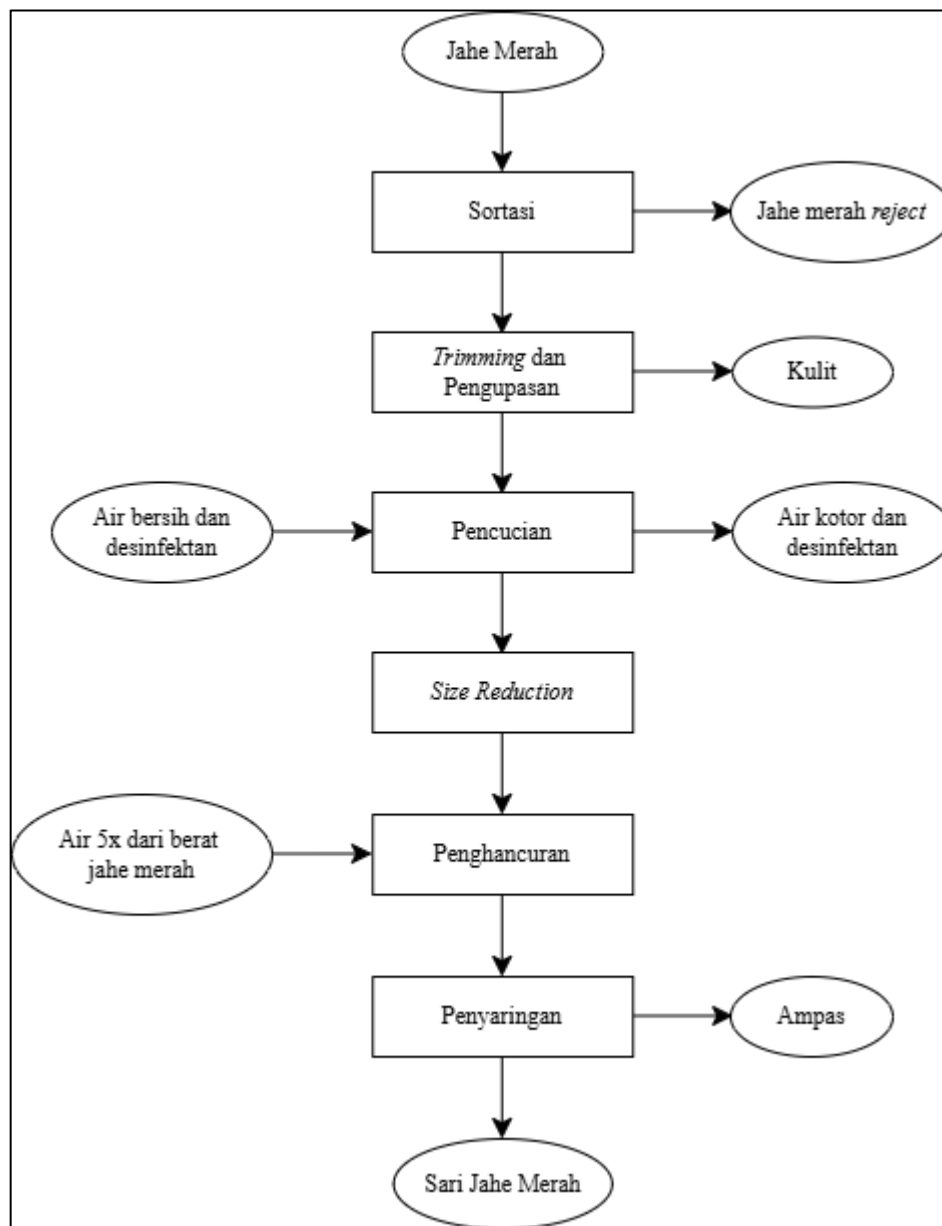
Analisis yang dilakukan adalah respon kimia, yaitu total padatan terlarut, dan kadar antioksidan. Serta untuk respon organoleptik, yaitu warna, rasa, aroma, dan tekstur pada minuman *jelly*.



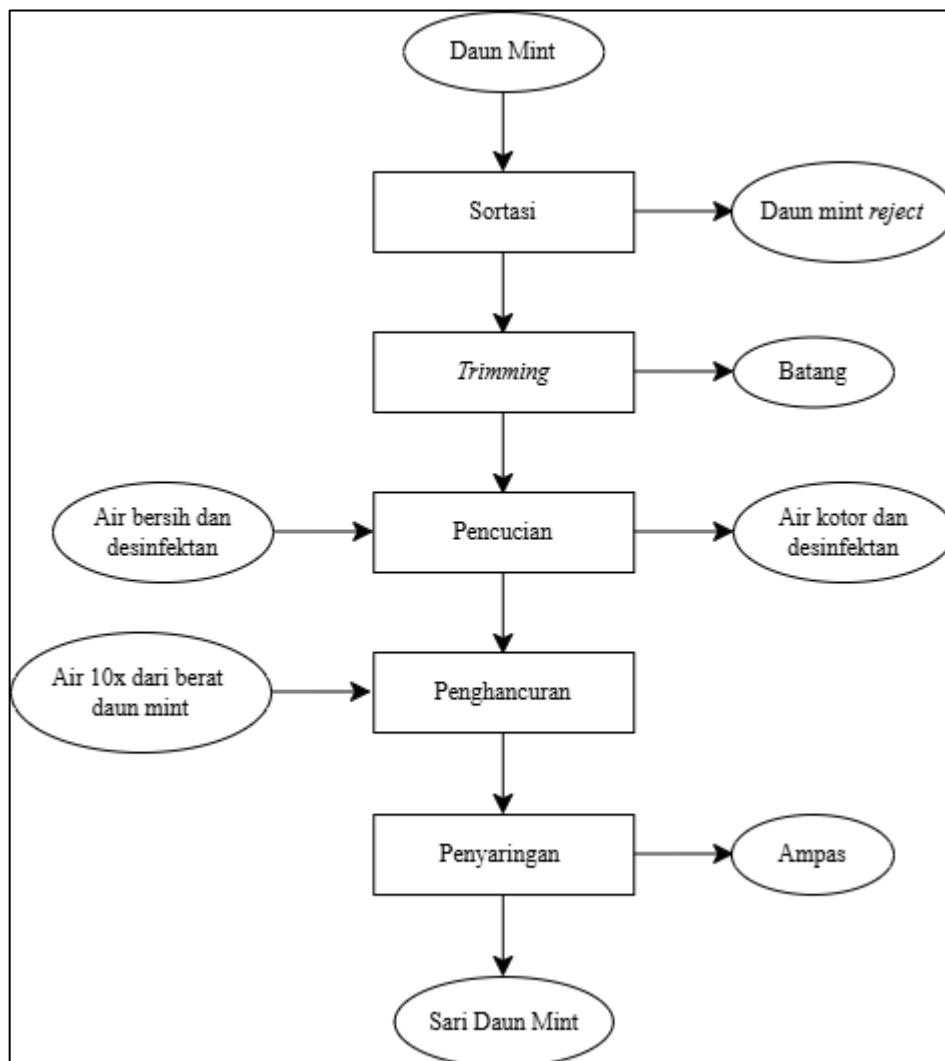
Gambar 9. Diagram Alir Proses Pembuatan Sari Stroberi
(Sumber: Aishya, et al., 2024 dengan modifikasi)



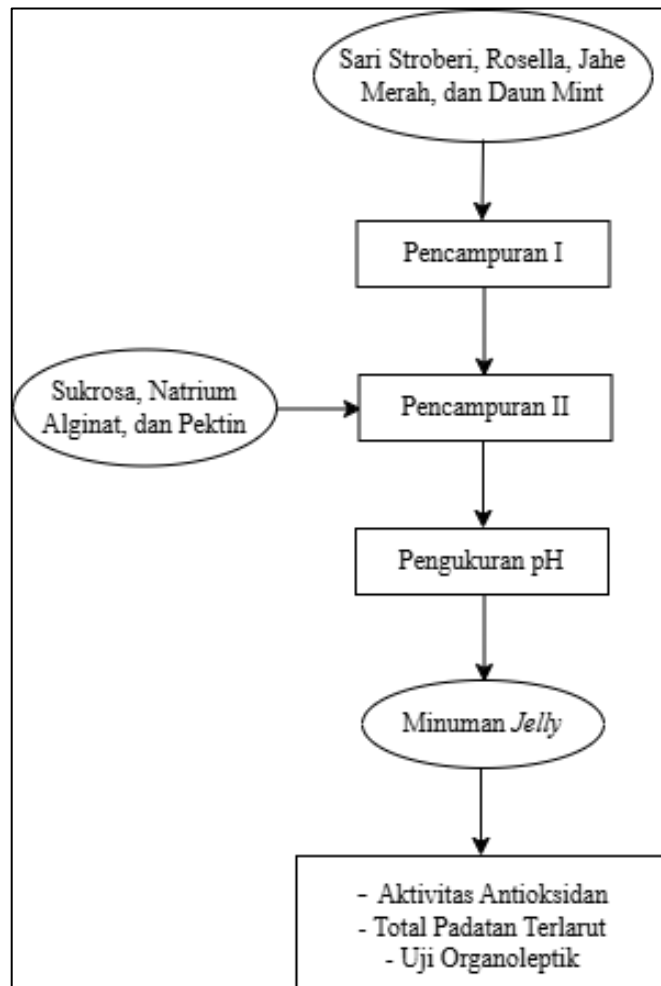
Gambar 10. Diagram Alir Proses Pembuatan Sari Rosella
(Sumber: Zaddana, et al., 2024)



Gambar 11. Diagram Alir Proses Pembuatan Sari Jahe Merah
(Sumber: Mayani, 2014 dengan modifikasi)

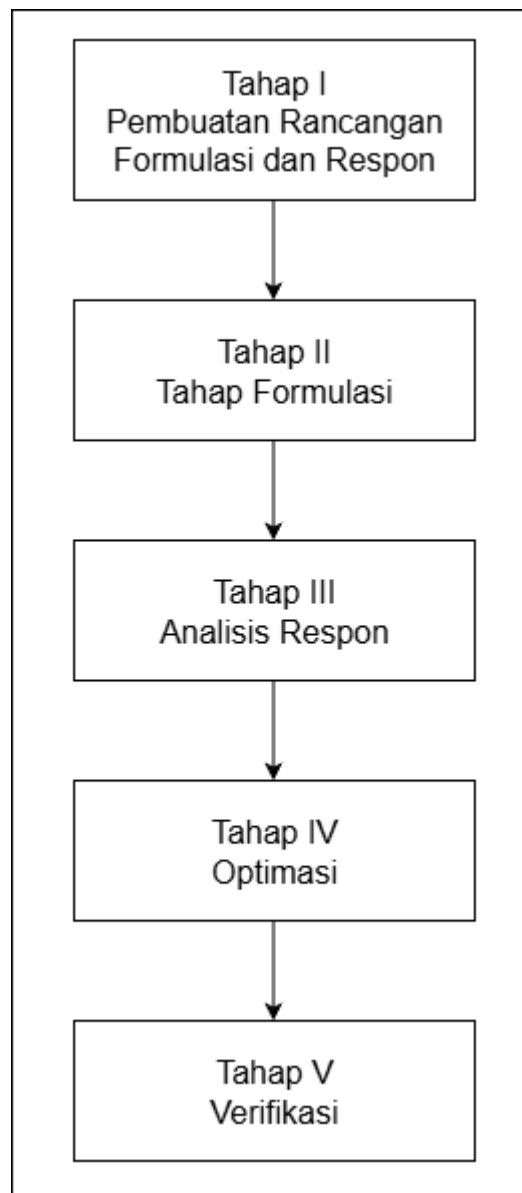


Gambar 12. Diagram Alir Proses Pembuatan Sari Daun Mint
(Sumber: Ginting, 2025 dengan modifikasi)



Gambar 13. Diagram Alir Proses Pembuatan Minuman *Jelly*

(Sumber: Merisa, et al., 2017 dengan modifikasi)



Gambar 14. Diagram Alir Penelitian Formula dengan Aplikasi *Design Expert*

3.4 Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Waktu Pelaksanaan							
		September 2025	Oktober 2025	November 2025	Desember 2025	Januari 2026	Maret 2026	Juni 2026	Juli 2026
1.	Penyerahan SK kepada Pembimbing								
2.	Penentuan Topik dan Konsep Penelitian								
3.	Penyusunan Proposal Penelitian								
4.	Seminar Usulan Penelitian								
5.	Pelaksanaan Penelitian								
6.	Pengolahan Data								
7.	Sidang Tugas Akhir								

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai: (4.1) Hasil dan Pembahasan Penelitian Pendahuluan, (4.2) Hasil dan Pembahasan Penelitian Utama, (4.3) Formulasi Optimal

4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dasar aktivitas antioksidan dan total padatan terlarut dari masing-masing bahan baku, yaitu stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint sebelum bahan baku dikombinasikan dalam rancangan *Mixture D-Optimal* pada penelitian utama. Hasil penelitian pendahuluan ini digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam menentukan batas (*constraint*) proporsi setiap komponen pada tahap formulasi menggunakan *Design Expert*.

4.1.1 Aktivitas Antioksidan

Tabel 10. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan pada Bahan Baku

Bahan Baku	Persamaan regresi linear	IC50 (ppm)	Kategori Aktivitas Antioksidan
Stroberi	$y = 0,3464x - 2,9621$	58,551	Kuat
Rosella	$y = 0,4343x + 6,3504$	64,622	Kuat
Jahe Merah	$y = 0,3408x + 2,4134$	57,082	Kuat
Daun Mint	$y = 2,8083x + 1,5211$	50,542	Kuat

Berdasarkan tabel 10, dalam bahan baku yang digunakan menunjukkan nilai IC50 pada kisaran 51,85-64,62 ppm yang dimana seluruh bahan baku termasuk kedalam kategori kuat (50-100 ppm). Sari daun mint menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi IC50 51,85 ppm, diikuti dengan sari jahe merah IC50 57,082 ppm, sari stroberi IC50 58,551 dan sari rosella IC50 64,622 yang menunjukkan aktivitas relatif paling rendah diantara yang lainnya. Tingginya aktivitas antioksidan sari daun mint sejalan dengan kandungan senyawa fenolik dan minyak atsiri sebagai penangkap radikal bebas (Ginting, 2025). Sementara sari jahe merah dengan kandungan gingerol dan senyawa fenolik (Maryani, 2014), stroberi didukung oleh kandungan vitamin C dan antosianin yang tinggi (Pulungan &

Dalimunthe, 2022), serta sari rosella yang kaya akan antosianin dan asam organik (Djaeni, 2017) yang turut memberikan kontribusi antioksidan meskipun dengan intensitas yang berbeda-beda. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan baku layak digunakan sebagai komponen *mixture* pada penelitian utama karena secara individual telah memiliki aktivitas antioksidan pada kategori kuat, sehingga kombinasi keempatnya berpotensi menghasilkan produk minuman *jelly* dengan aktivitas antioksidan yang baik.

Nilai IC50 hasil penelitian pendahuluan ini sejalan dan berada pada orde besaran yang serupa dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menguji aktivitas antioksidan bahan baku sejenis secara tunggal menggunakan metode DPPH. Nilai IC50 sari stroberi (58,55 ppm) sejalan dengan hasil Inggrid dan Santoso (2015) yang melaporkan aktivitas antioksidan kuat pada ekstrak etanol buah stroberi dengan IC50 sebesar 57,59 ppm. Nilai IC50 sari rosella (64,62 ppm) juga sejalan dengan hasil Inggrid dkk. (2018) pada ekstrak kelopak bunga rosella dengan pelarut etanol-air (50:50 v/v), yaitu sebesar 67,3 ppm, yang sama-sama tergolong kategori kuat. Nilai IC50 sari jahe merah pada penelitian ini (57,08 ppm) berada pada kategori kuat, sedikit lebih tinggi (lebih lemah) dibandingkan hasil Kumara Dewi dkk. (2024) pada ekstrak etanol 96% rimpang jahe merah yang menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat dengan IC50 sebesar 46,91 ppm, sedangkan nilai IC50 sari daun mint pada penelitian ini (50,542 ppm, kategori kuat) juga sedikit lebih tinggi dibandingkan hasil Maharani dkk. (2019) pada ekstrak daun peppermint yang menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat dengan IC50 sebesar 35,50 ppm. Secara umum, selisih nilai IC50 antara hasil penelitian pendahuluan ini dengan penelitian-penelitian terdahulu tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan metode ekstraksi; penelitian ini menggunakan sari (jus) hasil penghancuran dan penyaringan bahan segar dengan pelarut air tanpa pemanasan, sedangkan sebagian besar penelitian pembanding menggunakan ekstrak pekat dengan pelarut etanol atau campuran etanol-air yang umumnya lebih efektif melarutkan senyawa fenolik dan flavonoid nonpolar-semipolar dibandingkan pelarut air saja, sehingga menghasilkan nilai IC50 yang cenderung lebih rendah (lebih kuat). Meskipun demikian, kedekatan orde besaran nilai IC50 pada keempat

bahan baku dengan penelitian-penelitian tersebut menguatkan validitas hasil penelitian pendahuluan ini serta menegaskan bahwa keempat bahan baku benar memiliki aktivitas antioksidan kategori kuat sebagaimana telah banyak dilaporkan pada literatur, sehingga layak digunakan sebagai komponen campuran pada penelitian utama.

4.1.2 Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut bahan baku diukur menggunakan *hand refractometer* dan dinyatakan dalam satuan °Brix, sebagaimana dilakukan pada karakteristik bahan baku minuman berbasis sari buah dan sari herbal. Hasil pengujian total padatan terlarut pada bahan baku dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil Total Padatan Terlarut pada Bahan Baku

Bahan baku	Total Padatan Terlarut (°Brix)
Stroberi	1,2
Rosella	1,6
Jahe Merah	1,2
Daun Mint	1,2

Berdasarkan Tabel 11, rosella memiliki nilai total padatan terlarut paling tinggi (1,6 °Brix) dibandingkan dengan ketiga bahan lainnya yang bernilai relatif sama (1,2 °Brix). Nilai TPT yang lebih tinggi pada rosella berkaitan dengan kandungan asam organik, gula alami, dan pigmen antosianin yang relatif lebih pekat pada kelopak bunga rosella dibandingkan bahan baku lainnya (Astuti,2015). Hasil penelitian pendahuluan ini menjadi salah satu pertimbangan dalam penetapan rentang proporsi masing-masing komponen pada rancangan *mixture D-Optimal*, yaitu sari stroberi 47,1–58,0%, sari rosella 10,0–18,0%, sari jahe merah 5,0–12,0%, dan sari daun mint 3,0–8,0%, dengan sari stroberi ditetapkan sebagai komponen dengan proporsi terbesar mengingat perannya yang dominan dalam pembentukan warna, rasa, dan aroma khas produk, sedangkan sari daun mint ditetapkan pada proporsi terkecil karena aroma dan rasanya yang tajam apabila digunakan dalam jumlah berlebih.

4.2 Penelitian Utama

Penelitian utama dirancang menggunakan program *Design Expert* versi 13 dengan metode *Mixture D-Optimal*. Metode ini dipilih karena mampu memberikan formula dengan jumlah run percobaan yang lebih efisien dibandingkan rancangan faktorial biasa maupun *Response Surface Methodology* konvensional, sehingga waktu dan bahan yang dibutuhkan selama penelitian menjadi lebih hemat (Hidayat dkk., 2021). Rancangan *D-Optimal* digunakan untuk mengetahui pengaruh kombinasi empat variabel bebas, yaitu sari stroberi (A), sari rosella (B), sari jahe merah (C), dan sari daun mint (D), terhadap karakteristik minuman *jelly* yang dihasilkan. Total keempat komponen berubah tersebut ditetapkan konstan sebesar 85,1% dari total formula, sedangkan sisanya 14,9% merupakan komponen tetap berupa natrium alginat, pektin, sukrosa, dan air yang digunakan sebagai basis pembentuk gel pada seluruh formula.

Batasan (*constraint*) konsentrasi masing-masing komponen berubah ditentukan berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, yaitu sari stroberi 47,1–58%, sari rosella 10–18%, sari jahe merah 5–12%, dan sari daun mint 3–8%. Berdasarkan batasan tersebut, program *Design Expert* menghasilkan 16 formula percobaan yang disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Formulasi Variabel Bebas *Design Expert*

Formula	Sari Stroberi (A) (%)	Sari Rosella (B) (%)	Sari Jahe Merah (C) (%)	Sari Daun Mint (D) (%)	Jumlah (%)
J1	58,00	14,10	5,00	8,00	85,1
J2	58,00	10,00	12,00	5,10	85,1
J3	47,10	18,00	12,00	8,00	85,1
J4	58,00	14,29	9,81	3,00	85,1
J5	55,64	13,45	8,01	8,00	85,1
J6	50,30	18,00	8,80	8,00	85,1
J7	58,00	14,29	9,81	3,00	85,1
J8	58,00	18,00	5,00	4,10	85,1
J9	53,77	18,00	5,33	8,00	85,1
J10	54,18	15,95	9,22	5,75	85,1
J11	52,10	18,00	12,00	3,00	85,1
J12	58,00	18,00	5,00	4,10	85,1
J13	50,75	14,97	12,00	7,38	85,1
J14	53,60	11,50	12,00	8,00	85,1
J15	52,10	18,00	12,00	3,00	85,1
J16	58,00	10,00	9,10	8,00	85,1

Berdasarkan Tabel 12, terdapat tiga pasang formula dengan komposisi identik (J4 dan J7; J8 dan J12; serta J11 dan J15) yang berfungsi sebagai titik ulangan (*replicate points*). Titik ulangan ini digunakan oleh program *Design Expert* untuk menduga besarnya galat murni (*pure error*) yang selanjutnya dipakai dalam pengujian ketidaksesuaian model (*lack of fit*) pada setiap respon. Terhadap 16 formula tersebut kemudian dilakukan analisis respon kimia, yaitu aktivitas antioksidan, total padatan terlarut, dan pH, serta analisis respon organoleptik meliputi warna, aroma, rasa, dan tekstur.

4.2.1 Analisis Respon Kimia

4.2.1.1 Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan diukur menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) dan dinyatakan dalam nilai IC₅₀, yaitu konsentrasi ekstrak yang dibutuhkan untuk meredam 50% radikal bebas DPPH. Semakin kecil nilai IC₅₀ suatu bahan, semakin kuat kemampuannya sebagai antioksidan (Molyneux, 2004). Hasil nilai IC₅₀ pada 16 formula minuman jelly disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Penelitian Utama Aktivitas Antioksidan

Formula	Sari Stroberi (%)	Sari Rosella (%)	Sari Jahe Merah (%)	Sari Daun Mint (%)	Aktivitas Antioksidan (ppm)	Penilaian
J1	58	14,2	5	8	121,43	Sedang
J2	58	10	12	5,1	109,669	Sedang
J3	47,1	18	12	8	124,55	Sedang
J4	58	14,2935	9,80647	3	102,663	Sedang
J5	55,6431	13,4456	8,01127	8	89,468	Kuat
J6	50,2974	18	8,80263	8	60,667	Kuat
J7	58	14,2935	9,80647	3	96,376	Kuat
J8	58	18	5	4,1	79,259	Kuat
J9	53,7722	18	5,32784	8	107,184	Sedang
J10	54,1783	15,9537	9,22159	5,74634	50,405	Kuat
J11	52,1	18	12	3	54,44	Kuat
J12	58	18	5	4,1	83,991	Kuat
J13	50,7504	14,9663	12	7,38323	94,744	Kuat
J14	53,6015	11,4985	12	8	80,744	Kuat
J15	52,1	18	12	3	79,558	Kuat
J16	58	10	9,1	8	81,824	Kuat

Nilai IC₅₀ yang diperoleh berkisar antara 50,41–124,55 ppm. Nilai IC₅₀ terendah (aktivitas antioksidan terkuat) diperoleh pada formula J10 (54,18% sari stroberi; 15,95% sari rosella; 9,22% sari jahe merah; 5,75% sari daun mint), sedangkan nilai IC₅₀ tertinggi (aktivitas antioksidan terlemah) diperoleh pada formula J3 (47,10% sari stroberi; 18% sari rosella; 12% sari jahe merah; 8% sari daun mint). Merujuk pada kategori kekuatan antioksidan, seluruh formula pada penelitian ini termasuk ke dalam kategori kuat hingga sedang (IC₅₀ 50–150 ppm) (Djaeni dkk., 2017). Nilai tersebut relatif sebanding, bahkan pada beberapa formula lebih kuat, dibandingkan *jelly drink* berbasis sari buah lain, misalnya *jelly drink* sari buah mangga dan buni yang memiliki IC₅₀ sebesar 116,84 ppm (Inonu dkk., 2021).

Tabel 14. ANOVA Analisis Aktivitas Antioksidan

	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	6033,55	9	670,39	19,45	0,0022	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	465,23	3	155,08	4,50	0,0695	
	AB	8,36	1	8,36	0,2426	0,6432	
	AC	2763,44	1	2763,44	80,17	0,0003	
	AD	458,55	1	458,55	13,30	0,0148	
	BC	559,80	1	559,80	16,24	0,0100	
	BD	59,60	1	59,60	1,73	0,2456	
	CD	1820,15	1	1820,15	52,81	0,0008	
	Residual	172,34	5	34,47			
	Lack of Fit	11,49	2	5,74	0,1071	0,9017	not significant
	Pure Error	160,85	3	53,62			
	Cor Total	6205,89	14				

Berdasarkan Tabel 14, nilai p-value model sebesar 0,0022 ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa model *Special Quadratic* yang dihasilkan berpengaruh nyata terhadap nilai IC₅₀, sedangkan nilai *p-value lack of fit* sebesar 0,9017 ($p > 0,05$) menunjukkan model tidak menyimpang secara nyata dari data aktual, sehingga model cukup valid digunakan untuk memprediksi respon pada area rancangan.

Tabel 15. *Fit Statistic* Analisis Aktivitas Antioksidan

	Std. Dev.	5,87	R²	0,9722
	Mean	85,77	Adjusted R²	0,9222
	C.V. %	6,85	Predicted R²	0,8366
			Adeq Precision	15,5891

Berdasarkan Tabel 15 nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9722 menunjukkan bahwa 97,22% keragaman nilai IC50 mampu dijelaskan oleh keempat variabel bebas dalam model. Selisih antara *Adjusted R²* (0,9222) dan *Predicted R²* (0,8366) kurang dari 0,2 sehingga keduanya berada dalam rentang yang wajar (*reasonable agreement*). Nilai *Adequate Precision* sebesar 15,589 (> 4) mengindikasikan sinyal model memadai untuk digunakan dalam penelusuran ruang rancangan (*design space*).

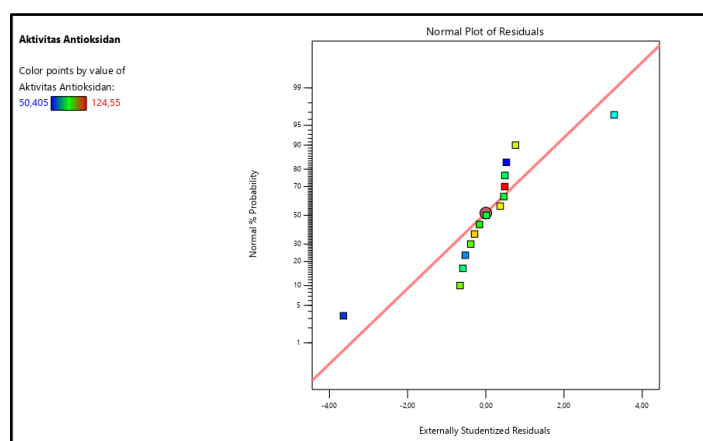
$$Y = 377,21A - 375,99B + 1039,47C + 736,66D + 53,79AB - 1917,69AC - 1215,88AD - 590,70BC + 495,83BD - 2753,64CD$$

Keterangan: A = Sari Stroberi, B = Sari Rosella, C = Sari Jahe Merah, D = Sari Daun Mint dinyatakan dalam persen (%) komponen aktual.

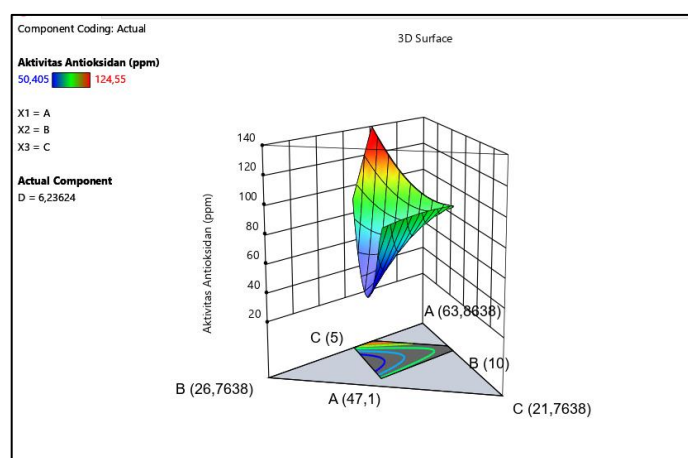
Persamaan model dalam bentuk komponen kode di atas menunjukkan bahwa koefisien linear sari jahe merah (C) dan sari daun mint (D) bernilai positif besar, yang berarti kedua komponen tersebut secara tunggal cenderung meningkatkan nilai IC50 (melemahkan aktivitas antioksidan) apabila digunakan tanpa interaksi dengan komponen lain. Namun demikian, koefisien interaksi AC, AD, BC, dan CD bernilai negatif dan relatif besar, yang menunjukkan bahwa kombinasi sari stroberi dengan sari jahe merah maupun sari daun mint memberikan efek sinergis dalam menurunkan nilai IC50 (memperkuat aktivitas antioksidan). Hal ini sejalan dengan kandungan vitamin C dan antosianin jenis pelargonidin pada stroberi yang berperan sebagai penangkap radikal bebas (Manach dkk., 2005), serta senyawa gingerol dan turunan fenolik pada jahe merah yang telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan tinggi melalui pendekatan metabolomik berbasis HPLC (Sandrasari dkk., 2023). Daun mint turut menyumbang senyawa fenolik seperti asam rosmarinat yang berkontribusi terhadap penangkapan radikal DPPH (Saridewi dkk., 2025), sedangkan sari rosella yang kaya antosianin dan senyawa fenolik total memberikan kontribusi terhadap penguatan aktivitas antioksidan pada formula dengan proporsi rosella yang lebih tinggi (Fardani dkk., 2023).

Secara umum, nilai IC50 yang rendah diperoleh pada formula dengan proporsi sari stroberi yang tinggi serta dikombinasikan dengan sari jahe merah atau daun mint pada tingkat sedang. Hal ini diduga karena adanya efek sinergis antara

vitamin C dan antosianin pelargonidin pada stroberi dengan senyawa gingerol dan fenolik pada jahe merah yang meningkatkan kemampuan meredam radikal bebas DPPH (Sandrasari, et al., 2023). Sebaliknya nilai IC50 yang tinggi terdapat pada formula dengan proporsi dari stroberi rendah meskipun sari jahe merah dan daun mint tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingginya proporsi jahe merah dan daun mint tanpa didukung sari stroberi yang cukup belum mampu menghasilkan efek sinergis yang optimal. Selain itu, proporsi sari rosella yang tinggi juga belum tentu menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih baik karena kapasitas antosianin rosella relatif lebih rendah dibandingkan pelargonidin pada stroberi dan gingerol pada jahe merah apabila tidak dikombinasikan secara tepat (Fardani, et al., 2023).



Gambar 15. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Analisis Aktivitas Antioksidan



Gambar 16. Grafik 3D *Surface* Analisis Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan grafik 3D *surface* hubungan interaksi antar komponen dapat dilihat dari warna dan bentuk permukaan. Terlihat permukaan respon melengkung dan tidak membentuk bidang datar yang mengindikasikan adanya interaksi antara sari stroberi (A) dan sari jahe merah (C) terhadap nilai IC50 sesuai dengan model kuadratik yang terpilih. Nilai IC50 cenderung menurun (aktivitas antioksidan meningkat) Nilai IC50 terendah (aktivitas antioksidan tertinggi) diperoleh pada formula J10 sebesar 50,41 ppm (kategori kuat) dengan komposisi sari stroberi 54,18%, sari rosella 15,95%, sari jahe merah 9,22%, dan sari daun mint 5,75%. Sedangkan nilai IC50 tertinggi diperoleh pada formula J3 sebesar 124,55 ppm (kategori sedang) dengan proporsi sari stroberi terendah (47,10%) dan sari jahe merah serta sari daun mint pada proporsi tertinggi (12,00% dan 8,00%). Pola kelengkungan permukaan ini secara visual mengonfirmasi adanya efek sinergis interaksi AC yang bernilai negatif dan signifikan pada persamaan regresi, yaitu bahwa kombinasi kedua komponen tersebut menghasilkan penurunan IC50 yang lebih besar dibandingkan penjumlahan pengaruh masing-masing komponen secara terpisah.

4.2.1.2 Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut (TPT) diukur menggunakan *hand refraktometer* dan dinyatakan dalam °Brix. Nilai TPT mencerminkan kandungan gula dan senyawa terlarut lain dalam minuman *jelly* yang turut memengaruhi cita rasa dan tekstur produk (Winarno, 2004). Hasil pengujian menunjukkan nilai TPT seluruh formulasi berkisar antara 2,0 hingga 2,4 °Brix. Berdasarkan formulasi yang ditentukan oleh *Design Expert* didapatkan hasil total padatan terlarut dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil Analisis Total Padatan Terlarut

Formula	Sari Stroberi (%)	Sari Rosella (%)	Sari Jahe Merah (%)	Sari Daun Mint (%)	Total Padatan Terlarut (°Brix)
J1	58	14,2	5	8	2,3
J2	58	10	12	5,1	2
J3	47,1	18	12	8	2,2
J4	58	14,2935	9,80647	3	2,1
J5	55,6431	13,4456	8,01127	8	2,2
J6	50,2974	18	8,80263	8	2,1
J7	58	14,2935	9,80647	3	2,3
J8	58	18	5	4,1	2,4
J9	53,7722	18	5,32784	8	2,4
J10	54,1783	15,9537	9,22159	5,74634	2,3
J11	52,1	18	12	3	2,2
J12	58	18	5	4,1	2,3
J13	50,7504	14,9663	12	7,38323	2,2
J14	53,6015	11,4985	12	8	2,2
J15	52,1	18	12	3	2,3
J16	58	10	9,1	8	2,1

Berdasarkan tabel 16, nilai TPT yang dihasilkan berkisar antara 2,0–2,4 °Brix, dengan nilai tertinggi diperoleh pada formula J8 dan J12 yang memiliki proporsi sari rosella tertinggi (18%) sedangkan nilai terendah diperoleh pada formula J2 sebesar 2,00 °Brix dengan proporsi sari rosella terendah (10%). Pola ini menunjukkan hubungan yang konsisten antara proporsi sari rosella dan nilai TPT pada seluruh formula, sejalan dengan kandungan gula alami dan asam organik yang relatif tinggi pada kelopak rosella dibandingkan ketiga bahan baku lainnya.

Tabel 17. ANOVA Analisis Total Padatan Terlarut

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0,1225	3	0,0408	8,84	0,0029	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0,1225	3	0,0408	8,84	0,0029	
Residual	0,0508	11	0,0046			
Lack of Fit	0,0208	8	0,0026	0,2601	0,9433	not significant
Pure Error	0,0300	3	0,0100			
Cor Total	0,1733	14				

Berdasarkan Tabel 17, nilai *p-value* model sebesar 0,0029 ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa model Linear yang dihasilkan berpengaruh nyata terhadap nilai total padatan terlarut, sedangkan nilai *p-value lack of fit* sebesar 0,9433 ($p >$

0,05) menunjukkan model tidak menyimpang secara nyata dari data aktual, sehingga model cukup valid digunakan untuk memprediksi respon pada area rancangan.

Tabel 18. *Fit Statistic Analisis Total Padatan Terlarut*

Std. Dev.	0,0680		R²	0,7069
Mean	2,23		Adjusted R²	0,6269
C.V. %	3,04		Predicted R²	0,4329
			Adeq Precision	9,0627

Berdasarkan Tabel 18, nilai R² sebesar 0,7069 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan 70,7% keragaman data respon total padatan terlarut, dengan *Adjusted R²* 0,6269, *Predicted R²* 0,4329 yang berada dalam rentang selisih yang dapat diterima (> 0,2), serta nilai *Adequate Precision* 9,063 yang melampaui ambang 4, sehingga model dinyatakan memiliki sinyal yang memadai untuk digunakan sebagai penuntun ruang desain.

$$Y = 2,17A + 2,65B + 1,83C + 2,27D$$

Keterangan: A = Sari Stroberi, B = Sari Rosella, C = Sari Jahe Merah, D = Sari Daun Mint, dinyatakan dalam persen (%) komponen aktual.

Koefisien sari rosella (B = 2,65) merupakan koefisien tertinggi pada persamaan tersebut, yang mengindikasikan bahwa sari rosella memberikan kontribusi terbesar terhadap peningkatan TPT. Kondisi ini diduga berkaitan dengan kandungan gula reduksi dan asam organik pada kelopak rosella yang cukup tinggi (Djaeni dkk., 2017). Sebaliknya, sari jahe merah (C = 1,83) memberikan kontribusi terendah, yang sejalan dengan karakteristik jahe merah yang didominasi oleh minyak atsiri dan senyawa fenolik nonpolar dengan kadar padatan terlarut yang relatif rendah.

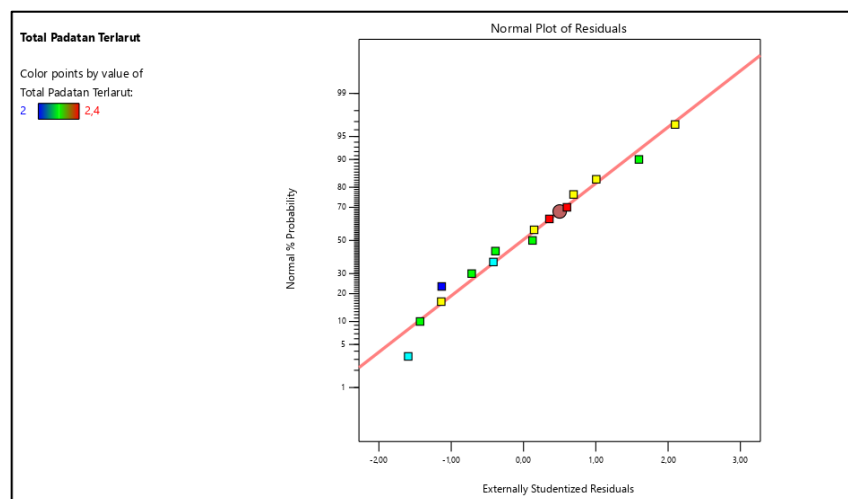
Selain proporsi sari rosella sebagai penyumbang utama, nilai TPT pada seluruh formula juga dipengaruhi oleh kandungan sukrosa dan natrium alginat yang ditambahkan dalam jumlah tetap setiap formula sebagai bahan pembentuk gel dan pemanis, sehingga variasi TPT antar formula secara dominan mencerminkan perbedaan kadar gula reduksi, asam organik, dan pigmen terlarut dari keempat sari

bahan baku itu sendiri (Winarno, 2004). Nilai TPT yang relatif rendah dan berkisar 2,0-2,4 °Brix pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa padatan terlarut produk lebih banyak berasal dari komponen sari buah dan bunga itu sendiri dibandingkan dari bahan tambahan sehingga proporsi sari rosella menjadi faktor penentu paling konsisten pada respon ini.

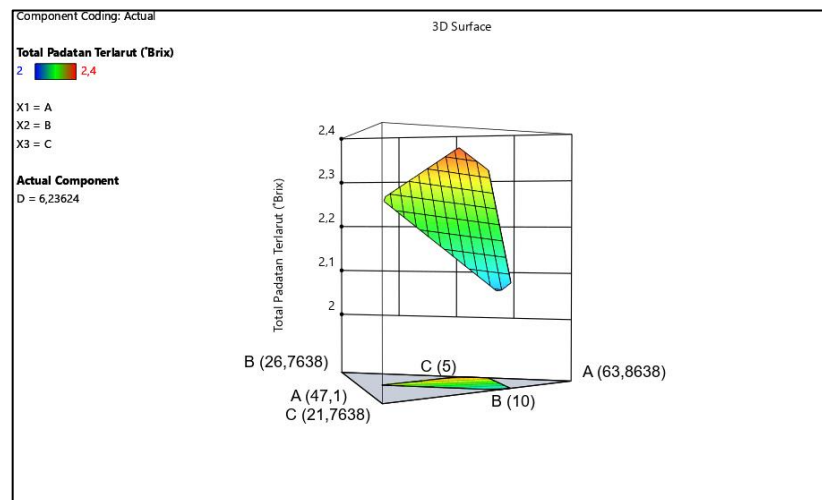
Pengujian total padatan terlarut (TPT) pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah keseluruhan senyawa terlarut (gula, asam organik, pigmen, dan komponen larut air lainnya) di dalam produk, yang secara umum digunakan sebagai salah satu indikator mutu dan kekentalan (*body*) pada minuman berbasis sari buah maupun herbal (Winarno, 2004). Dalam konteks penelitian ini, TPT berperan sebagai salah satu parameter yang menunjukkan seberapa pekat kandungan zat terlarut dari kombinasi keempat sari bahan baku, yang pada akhirnya turut memengaruhi rasa (tingkat manis-asam), kekentalan, dan mouthfeel produk saat dikonsumsi, sehingga dijadikan salah satu dari tujuh respon yang dioptimasi dengan kriteria in range (bukan dimaksimalkan maupun diminimalkan) pada rentang 2,0-2,4 °Brix. Berbeda dengan respon aktivitas antioksidan atau pH yang memiliki arah "semakin baik" yang jelas (semakin rendah semakin baik), nilai TPT yang ideal pada minuman jelly bukanlah nilai yang sekecil atau sebesar mungkin, melainkan nilai yang berada pada rentang seimbang: TPT yang terlalu rendah dapat menandakan kandungan zat terlarut (gula, asam, dan pigmen) yang kurang optimal sehingga produk terasa hambar dan kurang "berisi", sedangkan TPT yang terlalu tinggi berisiko membuat produk terlalu kental, berat, dan kurang menyegarkan saat diminum, serta dapat mengindikasikan kadar gula yang berlebihan yang kurang sesuai dengan citra produk sebagai minuman fungsional rendah gula tambahan.

Kontribusi variabel tetap turut menjadi faktor penting dalam menginterpretasi nilai TPT pada penelitian ini. Sukrosa, natrium alginat, dan pektin ditambahkan dalam jumlah yang sama (konstan) pada seluruh 16 formula sebagai bagian dari 14,9% komponen tetap, sehingga secara teoretis memberikan kontribusi dasar (baseline) yang sama terhadap pembacaan TPT pada refraktometer di setiap formula, mengingat sukrosa merupakan padatan terlarut murni yang secara langsung meningkatkan nilai °Brix, sedangkan natrium alginat dan pektin turut

terlarut dalam jumlah kecil meski kontribusinya terhadap TPT relatif lebih kecil dibandingkan sukrosa. Karena ketiga bahan tersebut dijaga konstan, maka variasi nilai TPT yang teramati di antara 16 formula (2,0-2,4 °Brix) murni disebabkan oleh perbedaan proporsi keempat sari bahan baku (variabel bebas) bukan oleh bahan tambahan, hal ini merupakan salah satu alasan metodologis mengapa variabel sukrosa, natrium alginat, dan pektin sengaja ditetapkan sebagai variabel tetap, yaitu untuk mengisolasi dan memastikan bahwa pengaruh yang terukur pada respon TPT benar-benar berasal dari variasi proporsi sari stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint yang menjadi fokus optimasi penelitian ini, bukan dari variasi bahan tambahan pembentuk gel dan pemanis.



Gambar 17. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Analisis Total Padatan Terlarut



Gambar 18. Grafik 3D *Surface* Analisis Total Padatan Terlarut

Berdasarkan grafik 3D *surface*, permukaan respon TPT membentuk bidang miring yang naik searah peningkatan proporsi sari rosella (B), konsisten dengan koefisien positif dan signifikan komponen B pada persamaan regresi linear. Kemiringan permukaan pada sumbu sari stroberi (A) relatif lebih landai dibandingkan sumbu sari rosella, menunjukkan bahwa sari rosella memberikan kontribusi yang lebih dominan terhadap peningkatan padatan terlarut produk akhir dibandingkan sari stroberi.

4.2.1.3 Nilai pH

Nilai pH diukur menggunakan pH meter digital dan merupakan indikator penting pada minuman *jelly* karena berkaitan dengan pembentukan gel oleh natrium alginat dan pektin serta daya simpan produk (Winarno, 2004). Berdasarkan formulasi yang ditentukan oleh program *Design Expert* didapatkan hasil Nilai pH dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 19. Hasil Analisis Nilai pH

Formula	Sari Stroberi (%)	Sari Rosella (%)	Sari Jahe Merah (%)	Sari Daun Mint (%)	Nilai pH (Numerik)
J1	58	14,2	5	8	5,3
J2	58	10	12	5,1	4,65
J3	47,1	18	12	8	4,72
J4	58	14,2935	9,80647	3	4,72
J5	55,6431	13,4456	8,01127	8	4,88
J6	50,2974	18	8,80263	8	4,96
J7	58	14,2935	9,80647	3	4,97
J8	58	18	5	4,1	5,15
J9	53,7722	18	5,32784	8	5,17
J10	54,1783	15,9537	9,22159	5,74634	5,24
J11	52,1	18	12	3	5,31
J12	58	18	5	4,1	5,15
J13	50,7504	14,9663	12	7,38323	4,92
J14	53,6015	11,4985	12	8	4,78
J15	52,1	18	12	3	4,76
J16	58	10	9,1	8	4,67

Berdasarkan tabel 19, nilai pH tertinggi diperoleh pada formula J11 sebesar 5,31 dengan proporsi sari rosella dan sari jahe merah yang tinggi (masing-masing 18,00% dan 12,00%), sedangkan nilai pH terendah diperoleh pada formula J2 sebesar 4,65 dengan proporsi sari stroberi tertinggi (58,00%) namun sari rosella terendah (10,00%). Nilai pH pada seluruh formula berada pada kisaran asam (4,65–5,31) yang umum dijumpai pada produk minuman berbasis sari buah dan bunga, sehingga relatif aman dari sisi mikrobiologis karena pH rendah menghambat pertumbuhan sebagian besar bakteri patogen (Winarno, 1997).

Tabel 20. ANOVA Analisis Nilai pH

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0,4428	3	0,1476	6,92	0,0070	significant
^(*) Linear Mixture	0,4428	3	0,1476	6,92	0,0070	
Residual	0,2347	11	0,0213			
Lack of Fit	0,2035	9	0,0226	1,45	0,4743	not significant
Pure Error	0,0313	2	0,0156			
Cor Total	0,6776	14				

Berdasarkan tabel 20, model linear dipilih sebagai model derajat keasaman (pH) karenan memberikan nilai *p-model* sebesar 0,0070 ($p > 0,05$ signifikan) dan

nilai p *lack of fit* sebesar 0,4743 ($p > 0,05$ tidak signifikan) yang menunjukkan bahwa model tersebut secara statistik cukup untuk menduga hubungan antara proporsi keempat komponen *mixture* dengan respon yang diamati.

Tabel 21. *Fit Statistic* Analisis Nilai pH

	Std. Dev.	0,1461		R²	0,6536
	Mean	4,94		Adjusted R²	0,5591
	C.V. %	2,96		Predicted R²	0,4218
				Adeq Precision	7,0676

Berdasarkan tabel 21, nilai R^2 sebesar 0.6536 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan 65.4% keragaman data respon derajat keasaman (pH), dengan R^2 *Adjusted* 0.5591 dan R^2 *Predicted* 0.4218 yang berada dalam rentang selisih yang dapat diterima ($< 0,2$), serta nilai *Adequate Precision* sebesar 7.0676 yang melampaui nilai ambang 4, sehingga model dinyatakan memiliki sinyal yang memadai untuk digunakan sebagai penuntun ruang desain (*design space*).

$$Y = 5,03A + 5,42B + 3,96C + 5,17D$$

Keterangan: A = Sari Stroberi, B = Sari Rosella, C = Sari Jahe Merah, D = Sari Daun Mint, dinyatakan dalam persen (%) komponen aktual.

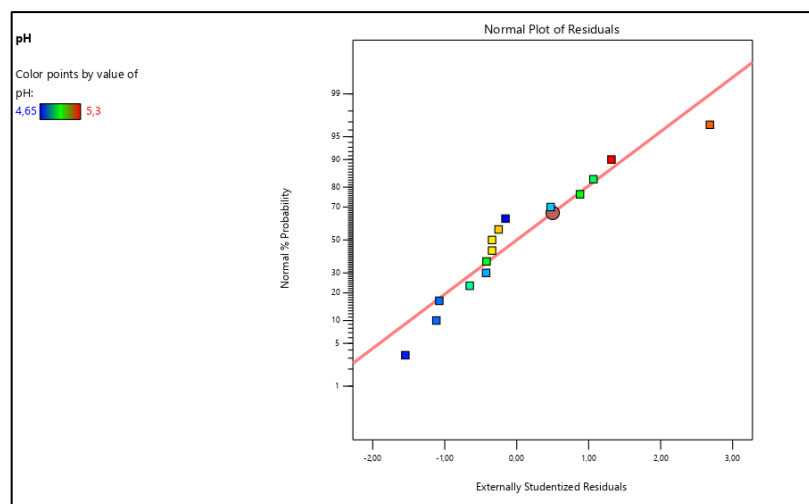
Koefisien sari jahe merah ($C = 3,96$) merupakan koefisien terendah, yang menunjukkan bahwa peningkatan proporsi sari jahe merah cenderung menurunkan nilai pH (meningkatkan keasaman) formula. Hal ini berkaitan dengan kandungan asam organik pada rimpang jahe merah. Sebaliknya, sari rosella ($B = 5,42$) memberikan koefisien tertinggi pada model, yang menunjukkan bahwa dalam kombinasi dengan komponen lain, efek pengasaman rosella relatif lebih rendah dibandingkan efek interaksinya dengan komponen lain; kondisi ini konsisten dengan nilai koefisien interaksi pada beberapa respon lain yang menegaskan adanya efek nonaditif antar komponen dalam sistem campuran (*mixture*) (Winarno, 2004).

Apabila dibandingkan dengan SNI 8897:2020 yang mensyaratkan pH maksimal 4,6 seluruh formula pada penelitian (4,65-5,31) belum memenuhi syarat mutu. Hal ini diduga karena bahan baku hanya menyusun 85,1% formula dan mengalami pengenceran selama proses pembuatan sari, sehingga konsentrasi asam

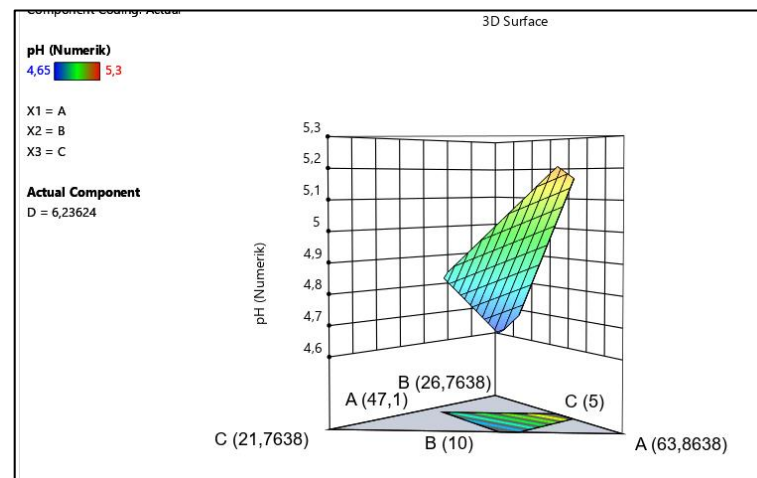
organik alami menjadi lebih rendah. Selain itu, penambahan sukrosa dan natrium alginat diduga memberikan efek penyangga (*buffering*) yang turut meningkatkan pH campuran (Winarno, 2004). Oleh karena itu, nilai pH dapat diturunkan melalui penambahan asam organik *food grade*, seperti asam sitrat atau asam askorbat dalam jumlah terkontrol pada tahap pencampuran, meningkatkan proporsi jahe merah yang memiliki koefisien pH terendah pada persamaan model (3,96) mendekati batas atas rentang *constraint* karena jahe merah mengandung asam organik yang relatif tinggi, atau mengurangi tingkat pengenceran air pada tahap pembuatan sari agar konsentrasi asam alami dari bahan baku tidak terlalu encer. Sebaliknya, apabila nilai pH terlalu rendah dapat dilakukan dengan penambahan proporsi sari rosella yang memiliki koefisien pH tertinggi pada model (5,42) atau menambahkan sedikit bahan penyangga *food grade* seperti natrium bikarbonat dalam dosis yang aman, dengan tetap memastikan nilai pH akhir tidak melebihi 4,6 agar produk tetap memenuhi syarat mutu SNI sekaligus mendukung keawetan produk karena kondisi asam menghambat pertumbuhan sebagian bakteri patogen (Winarno, 1997).

Hasil tersebut sekilas tampak berlawanan dengan pengetahuan umum, karena secara sensoris sari jahe merah didominasi oleh rasa pedas-hangat (bukan rasa asam), sedangkan sari rosella dikenal luas memiliki rasa asam yang tajam akibat kandungan asam organik seperti asam askorbat, asam malat, dan asam hibiscus (Setyo dan Purwati, 2021). Namun, terdapat sekurangnya dua penjelasan yang mendasari temuan ini. Pertama, pH merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen (H^+) terlarut secara aktual dalam larutan, sedangkan rasa asam yang dipersepsikan oleh lidah merupakan sensasi organoleptik yang tidak selalu berbanding lurus dengan nilai pH terukur; suatu bahan dapat terasa kurang asam secara sensoris (karena rasa pedas dari gingerol pada jahe merah cenderung mendominasi dan menutupi/masking persepsi rasa asam) namun tetap memiliki kandungan asam organik (seperti asam oksalat dan asam fenolik) yang secara kimiawi aktif menyumbang ion H^+ dan menurunkan pH terukur. Kedua, dan yang lebih menentukan, adalah perbedaan tingkat pengenceran pada tahap pembuatan sari masing-masing bahan baku (Sub-bab 3.3): sari jahe merah dibuat dengan penambahan air sebanyak 5 kali berat bahan (rasio 1:5), sedangkan sari rosella

dibuat melalui perendaman dengan air sebanyak 10 kali berat bahan (rasio 1:10). Dengan demikian, sari jahe merah yang digunakan dalam formulasi memiliki tingkat konsentrasi dua kali lebih pekat dibandingkan sari rosella, sehingga kandungan asam organik per satuan persen sari yang ditambahkan ke dalam campuran menjadi relatif lebih tinggi pada sari jahe merah meskipun bahan baku keringnya (rimpang jahe merah) belum tentu memiliki kadar asam total yang lebih tinggi dibandingkan kelopak rosella. Kombinasi kedua faktor tersebut (kandungan asam yang tersamarkan secara sensori serta tingkat pengenceran sari yang lebih rendah) menjelaskan mengapa peningkatan proporsi sari jahe merah secara konsisten menurunkan pH terukur pada model, sedangkan peningkatan proporsi sari rosella tidak memberikan efek pengasaman yang sebesar itu meskipun rosella secara sensori dan intrinsik dikenal sebagai bahan yang asam.



Gambar 19. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Analisis Nilai pH



Gambar 20. Grafik 3D *Surface* Analisis Nilai pH

Berdasarkan grafik 3D *Surface*, terlihat permukaan respon berbentuk bidang miring (linear) tanpa kelengkungan berarti, sesuai dengan model linear yang terpilih untuk respon pH. Tidak adanya pelengkungan permukaan menunjukkan bahwa komponen memberikan pengaruh yang bersifat aditif (independen) terhadap pH, tanpa efek interaksi yang berarti (Cornell,2011).

4.2.2 Respon Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan metode hedonik (uji kesukaan) terhadap 30 orang panelis tidak terlatih pada atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur menggunakan skala numerik 1 (sangat tidak suka) hingga 6 (sangat suka).

4.2.2.1 Warna

Warna merupakan atribut yang pertama kali dinilai oleh panelis dan sangat mempengaruhi penerimaan awal terhadap suatu produk pangan. Warna minuman jelly pada penelitian ini dipengaruhi oleh perpaduan warna merah dari antosianin dari stroberi dan sari rosella, serta warna kekuningan dari sari jahe merah dan warna hijau dari sari daun mint. Nilai kesukaan panelis terhadap warna berkisar antara 4,20 hingga 4,47 (kategori agak suka hingga suka). Berdasarkan formulasi yang ditentukan oleh *Design Expert* didapatkan hasil penilaian atribut warna dapat dilihat pada tabel 22.

Tabel 22. Hasil Penilaian Atribut Warna

Formula	Sari Stroberi (%)	Sari Rosella (%)	Sari Jahe Merah (%)	Sari Daun Mint (%)	Warna (Numerik)
J1	58	14,2	5	8	4,37
J2	58	10	12	5,1	4,43
J3	47,1	18	12	8	4,47
J4	58	14,2935	9,80647	3	4,43
J5	55,6431	13,4456	8,01127	8	4,27
J6	50,2974	18	8,80263	8	4,3
J7	58	14,2935	9,80647	3	4,33
J8	58	18	5	4,1	4,3
J9	53,7722	18	5,32784	8	4,27
J10	54,1783	15,9537	9,22159	5,74634	4,3
J11	52,1	18	12	3	4,27
J12	58	18	5	4,1	4,3
J13	50,7504	14,9663	12	7,38323	4,27
J14	53,6015	11,4985	12	8	4,23
J15	52,1	18	12	3	4,2
J16	58	10	9,1	8	4,23

Berdasarkan tabel 22, skor kesukaan warna tertinggi diperoleh pada formula J3 sebesar 4,47 (kategori suka) dengan proporsi sari stroberi terendah namun sari jahe merah dan sari daun mint tertinggi, sedangkan skor terendah diperoleh pada formula J15 sebesar 4,20 (kategori agak suka) dengan proporsi sari stroberi yang relatif tinggi namun tanpa disertai sari daun mint yang cukup. Seluruh formula memperoleh penilaian pada kategori agak suka hingga suka, menunjukkan bahwa perpaduan warna merah dari antosianin stroberi dan rosella dengan warna kekuningan jahe merah secara umum masih dapat diterima baik oleh panelis.

Tabel 23. ANOVA Penilaian Atribut Warna

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0,0786	9	0,0087	4,55	0,0394	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0,0009	3	0,0003	0,1517	0,9249	
AB	0,0040	1	0,0040	2,08	0,1991	
AC	0,0134	1	0,0134	6,96	0,0386	
AD	0,0001	1	0,0001	0,0428	0,8430	
BC	0,0000	1	0,0000	0,0119	0,9167	
BD	0,0095	1	0,0095	4,93	0,0682	
CD	0,0001	1	0,0001	0,0635	0,8094	
Residual	0,0115	6	0,0019			
Lack of Fit	0,0041	3	0,0014	0,5450	0,6847	not significant
Pure Error	0,0074	3	0,0025			
Cor Total	0,0901	15				

Berdasarkan Tabel 23, hasil analisis ragam menunjukkan model *Special Quadratic* berpengaruh nyata terhadap warna dengan F hitung 4,55 dan *p-value* 0,0394 ($p < 0,05$), sedangkan nilai *p lack of fit* sebesar 0,6847 ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa model tersebut secara statistik cukup untuk menduga hubungan antara proporsi keempat komponen *mixture* dengan respon yang diamati.

Tabel 24. Fit Statistic Penilaian Atribut Warna

Std. Dev.	0,0438		R²	0,8722
Mean	4,31		Adjusted R²	0,6806
C.V. %	1,02		Predicted R²	0,0238
			Adeq Precision	7,2159

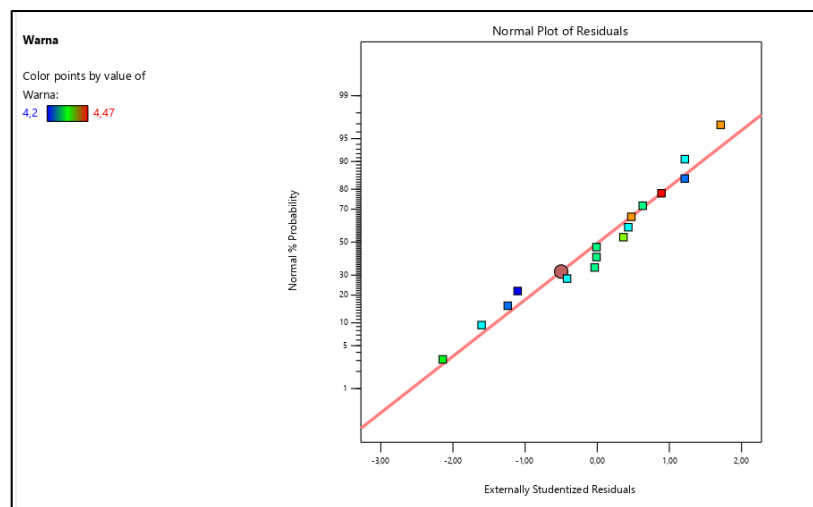
Berdasarkan pada tabel 23 dan 24, R² sebesar 0,8722, *Adjusted R²* 0,6806, *Adequate Precision* 7,216, dan *lack of fit* tidak signifikan ($F = 0,55$; $p = 0,6847$). Nilai Predicted R² pada respon ini (0,0238) berselisih lebih dari 0,2 terhadap *Adjusted R²*, yang mengindikasikan kemungkinan adanya titik data tertentu yang berpengaruh besar (*high leverage*) atau perlunya penyederhanaan model lebih lanjut; kondisi ini lazim dijumpai pada respon organoleptik yang memiliki variasi penilaian antar panelis relatif tinggi (Engelen dkk., 2016).

Persamaan regresi untuk respon warna adalah sebagai berikut:

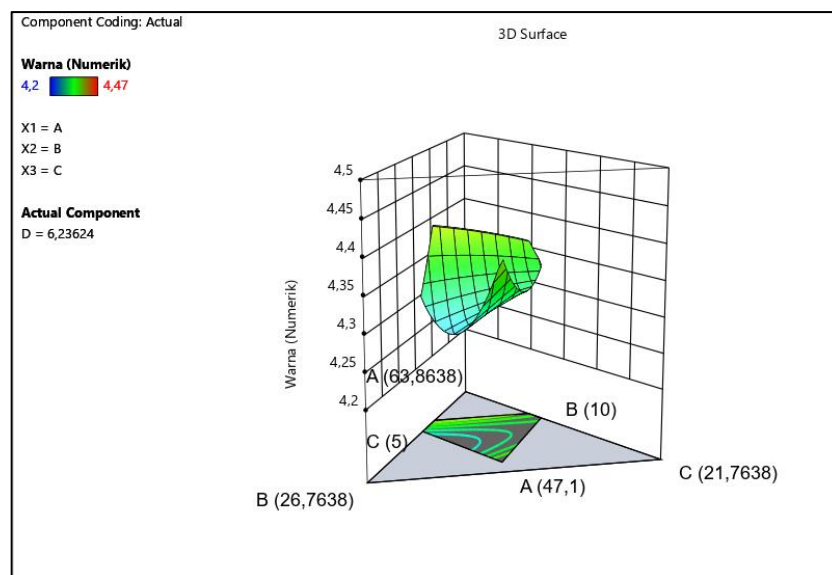
$$Y = 5,17A + 3,64B + 5,14C + 2,24D - 1,10AB - 2,52AC + 0,51AD + 0,12BC + 5,69BD + 0,65CD$$

Keterangan: A = Sari Stroberi, B = Sari Rosella, C = Sari Jahe Merah, D = Sari Daun Mint, dinyatakan dalam persen (%) komponen aktual.

Koefisien interaksi BD (rosella×mint) bernilai positif tertinggi, menunjukkan kombinasi rosella dan mint memperkuat kesukaan panelis terhadap warna merah cerah yang khas antosianin rosella, sementara peningkatan proporsi mint secara tunggal (D) memberikan koefisien terendah karena sifatnya yang melarutkan/memucatkan intensitas warna merah.



Gambar 21. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Penilaian Atribut Warna



Gambar 22. Grafik 3D *Surface* Penilaian Atribut Warna

Berdasarkan grafik 3D *Surface*, permukaan respon warna menunjukkan kelengkungan pada area proporsi sari stroberi dan sari jahe merah yang sama-sama tinggi, sesuai dengan interaksi AC yang bernilai negatif dan signifikan pada model kuadratik. Skor kesukaan warna tertinggi terlihat pada area dengan proporsi sari stroberi rendah hingga sedang yang dikombinasikan dengan proporsi sari jahe merah tinggi, sedangkan kombinasi proporsi sari stroberi tinggi bersama sari jahe merah rendah menghasilkan bahwa penambahan sari jahe merah dalam proporsi cukup besar dapat menguatkan intensitas warna produk yang disukai panelis.

Selain interaksi antar komponen, tingkat kesukaan warna juga dipengaruhi oleh faktor psiko-sensori berupa ekspektasi warna terhadap rasa (*color-flavor expectation*), yaitu warna merah-keunguan pekat pada minuman berbasis buah umumnya diasosiasikan panelis dengan rasa manis-asam yang kuat, sehingga formula dengan intensitas warna merah yang cukup pekat pada namun tidak terlalu gelap cenderung memperoleh skor kesukaan lebih tinggi. Selain itu, intensitas warna dipengaruhi oleh kandungan antosianin pada sari stroberi dan sari rosella yang sensitif pada perubahan pH. Oleh karena itu, variasi nilai pH antar formulasi turut mempengaruhi kestabilan pigmen dan penampakan warna produk.

4.2.2.2 Aroma

Aroma pada minuman jelly ini merupakan hasil perpaduan aroma khas stroberi, aroma asam segar khas rosella, aroma pedas hangat jahe merah, serta aroma segar mentol dari daun mint. Perpaduan aroma segar (mint) dan hangat (jahe) merupakan kombinasi yang umum dijumpai pada produk minuman fungsional herbal. Berdasarkan formulasi yang ditentukan *Design Expert* didapatkan hasil penilaian atribut aroma dapat dilihat pada tabel 25.

Tabel 25. Hasil Penilaian Atribut Aroma

Formula	Sari Stroberi (%)	Sari Rosella (%)	Sari Jahe Merah (%)	Sari Daun Mint (%)	Aroma (Numerik)
J1	58	14,2	5	8	3,9
J2	58	10	12	5,1	3,87
J3	47,1	18	12	8	3,73
J4	58	14,2935	9,80647	3	3,83
J5	55,6431	13,4456	8,01127	8	3,73
J6	50,2974	18	8,80263	8	3,7
J7	58	14,2935	9,80647	3	3,97
J8	58	18	5	4,1	3,97
J9	53,7722	18	5,32784	8	3,77
J10	54,1783	15,9537	9,22159	5,74634	3,77
J11	52,1	18	12	3	3,7
J12	58	18	5	4,1	3,8
J13	50,7504	14,9663	12	7,38323	3,73
J14	53,6015	11,4985	12	8	3,7
J15	52,1	18	12	3	3,77
J16	58	10	9,1	8	3,77

Berdasarkan tabel 25, skor kesukaan aroma tertinggi diperoleh pada formula J7 sebesar 3,97 dengan proporsi sari stroberi tertinggi (58%), sedangkan skor terendah diperoleh pada formula J6 sebesar 3,70 dengan proporsi sari stroberi terendah pada kelompok tersebut (50,30%) namun proporsi sari daun mint tertinggi (8%). Seluruh formula menunjukkan bahwa perpaduan aroma khas dari seluruh bahan baku cukup dapat diterima meskipun belum mencapai kategori suka.

Tabel 26. ANOVA Penilaian Atribut Aroma

	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0,0697	3	0,0232	5,40	0,0139	significant
	^(*) Linear Mixture	0,0697	3	0,0232	5,40	0,0139	
	Residual	0,0517	12	0,0043			
	Lack of Fit	0,0250	9	0,0028	0,3116	0,9239	not significant
	Pure Error	0,0267	3	0,0089			
	Cor Total	0,1214	15				

Berdasarkan tabel 26, model Linear berpengaruh nyata terhadap aroma dengan F hitung 5,40 dan p-value 0,0139 ($p < 0,05$) dan nilai *p lack of fit* sebesar 0,9239 ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa model tersebut secara statistik cukup

untuk menduga hubungan antara proporsi keempat komponen *mixture* dengan respon yang diamati.

Tabel 27. Fit Statistic Penilaian Atribur Aroma

	Std. Dev.	0,0656		R²	0,5745
	Mean	3,79		Adjusted R²	0,4681
	C.V. %	1,73		Predicted R²	0,1902
				Adeq Precision	7,1489

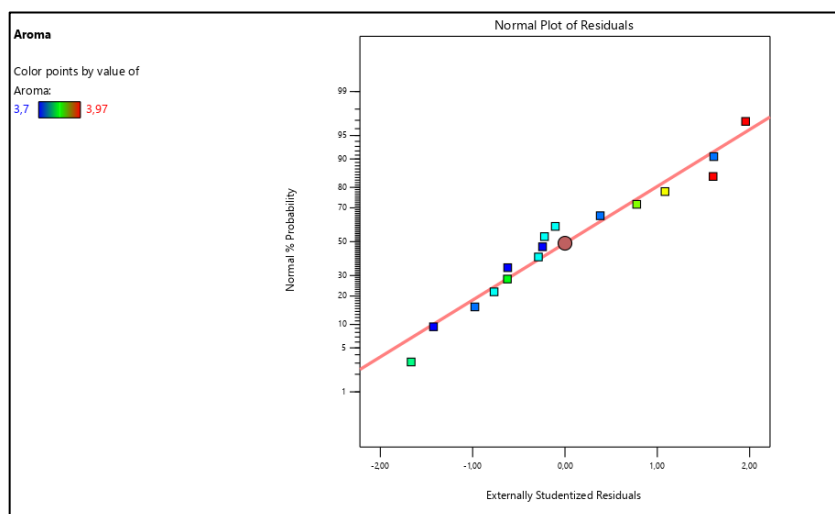
Berdasarkan Tabel 27, nilai R^2 sebesar 0,5745 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan 57,7% keragaman data respon aroma, dengan *Adjusted R²* 0,4681 dan *Predicted R²* 0,1902 yang berada dalam rentang selisih yang dapat diterima ($< 0,2$), serta nilai *Adequate Precision* sebesar 7,1489 yang melampaui ambang 4 sehingga sinyal yang memadai untuk digunakan sebagai penuntun ruang desain.

Persamaan regresi linier:

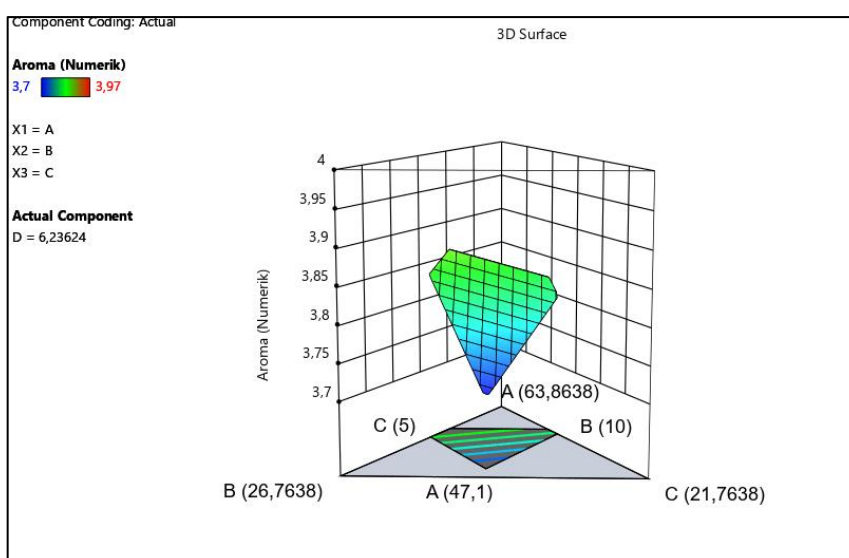
$$Y = 4,02A + 3,76B + 3,62C + 3,52D$$

Keterangan: A = Sari Stroberi, B = Sari Rosella, C = Sari Jahe Merah, D = Sari Daun Mint, dinyatakan dalam persen (%) komponen aktual.

Koefisien sari stroberi ($A = 4,02$) merupakan koefisien tertinggi, sejalan dengan aroma buah segar yang disukai panelis, sedangkan koefisien sari daun mint ($D = 3,52$) terendah, diduga karena aroma mentol yang tajam kurang disukai apabila digunakan dalam proporsi tinggi tanpa kombinasi dengan komponen lain, meskipun secara umum minyak atsiri mint dilaporkan memberikan sensasi segar yang khas (Saridewi dkk., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa keempat bahan baku memberikan kontribusi aroma yang secara umum disukai panelis, sehingga peningkatan proporsi salah satu komponen tetap memberikan pengaruh positif terhadap penerimaan aroma secara keseluruhan, selama proporsi keempatnya berada dalam rentang yang diteliti.



Gambar 23. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Penilaian Atribut Aroma



Gambar 24. Grafik 3D *Surface* Penilaian Atribut Aroma

Berdasarkan grafik 3D *Surface*, permukaan respon aroma membentuk bidang miring tanpa kelengkungan, sesuai dengan model linear yang terpilih. Skor kesukaan aroma meningkat secara konsisten seiring bertambahnya proporsi sari stroberi (A) dengan kemiringan permukaan yang lebih landai pada sumbu sari jahe merah (C), menunjukkan bahwa aroma khas stroberi menjadi penentu utama tingkat kesukaan aroma produk secara keseluruhan dibandingkan aroma jahe merah.

Faktor lain yang mempengaruhi penerimaan aroma adalah ambang deteksi senyawa volatil masing-masing bahan baku, senyawa ester dan furanon pada sari

stroberi memiliki ambang deteksi yang relatif rendah sehingga mudah tercium dan disukai panelis meski dalam proporsi kecil, sedangkan senyawa mentol pada sari daun mint memiliki intensitas aroma yang kuat dan dapat mendominasi (*masking*) aroma buah apabila proporsinya tinggi, sehingga menurunkan penerimaan aroma secara keseluruhan pada formulasi dengan proporsi sari daun mint besar tanpa diimbangi sari stroberi yang memadai.

4.2.2.3 Rasa

Rasa merupakan atribut yang paling menentukan penerimaan akhir suatu produk pangan oleh konsumen. Perpaduan rasa manis-asam stroberi dan rosella dengan rasa pedas-hangat jahe merah serta rasa segar mint menghasilkan profil rasa yang kompleks pada minuman *jelly* ini. Berdasarkan formulasi yang ditentukan oleh program *Design Expert* didapatkan hasil penilaian atribut rasa dapat dilihat pada tabel 28.

Tabel 28. Hasil Penilaian Atribut Rasa

Formula	Sari Stroberi (%)	Sari Rosella (%)	Sari Jahe Merah (%)	Sari Daun Mint (%)	Rasa (Numerik)
J1	58	14,2	5	8	4,17
J2	58	10	12	5,1	4,3
J3	47,1	18	12	8	4,17
J4	58	14,2935	9,80647	3	4,27
J5	55,6431	13,4456	8,01127	8	4,2
J6	50,2974	18	8,80263	8	4,13
J7	58	14,2935	9,80647	3	4,2
J8	58	18	5	4,1	4,23
J9	53,7722	18	5,32784	8	4,17
J10	54,1783	15,9537	9,22159	5,74634	4,13
J11	52,1	18	12	3	4,2
J12	58	18	5	4,1	4,23
J13	50,7504	14,9663	12	7,38323	4,17
J14	53,6015	11,4985	12	8	4,13
J15	52,1	18	12	3	4,13
J16	58	10	9,1	8	4,23

Berdasarkan tabel 28, skor kesukaan rasa tertinggi diperoleh pada formula J2 sebesar 4,30 dengan proporsi sari jahe merah yang tinggi (12%), sedangkan skor terendah diperoleh pada formula J6 sebesar 4,13 dengan proporsi sari stroberi yang

relatif rendah. Hal ini menunjukkan bahwa perpaduan rasa manis-asam stroberi dan rosella dengan rasa pedas-hangat jahe merah dan rasa segar mint menghasilkan profil rasa yang cukup dapat diterima panelis, dengan kontribusi positif dari rasa hangat jahe merah pada proporsi moderat.

Tabel 29. ANOVA Penilaian Atribut Rasa

	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
	Model	0,0232	3	0,0077	5,34	0,0163	significant
	⁽¹⁾ Linear Mixture	0,0232	3	0,0077	5,34	0,0163	
	Residual	0,0159	11	0,0014			
	Lack of Fit	0,0110	8	0,0014	0,8430	0,6255	not significant
	Pure Error	0,0049	3	0,0016			
	Cor Total	0,0391	14				

Berdasarkan tabel 29, model linear pada atribut rasa dipilih sebagai model yang mewakili respon rasa karena memberikan nilai *p-value* sebesar 0,0163 ($p < 0,05$) dan nilai *p lack of fit* ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa model tersebut secara statistik cukup untuk menduga hubungan antara proporsi keempat komponen *mixture* dengan respon yang diamati.

Tabel 30. *Fit Statistic* Penilaian Atribut Rasa

	Std. Dev.	0,0380	R²	0,5929
	Mean	4,19	Adjusted R²	0,4819
	C.V. %	0,9072	Predicted R²	0,2408
			Adeq Precision	6,7491

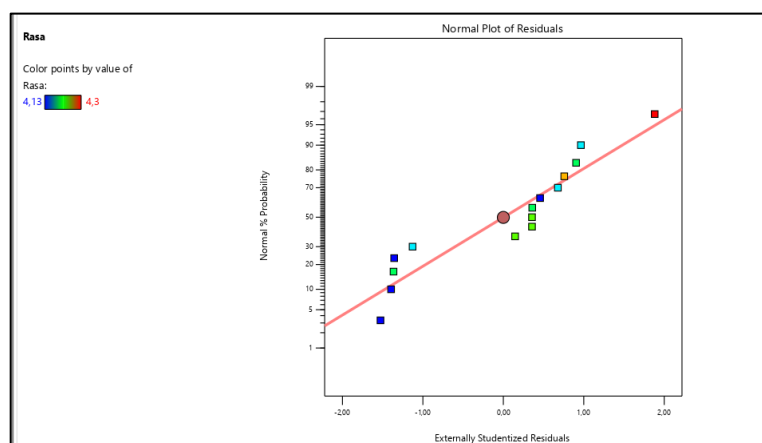
Berdasarkan tabel 30, Nilai R^2 sebesar 0.5929 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan 59.3% keragaman data respon rasa, dengan R^2 *Adjusted* 0.4819 dan R^2 *Predicted* 0.2408 yang berada dalam rentang selisih yang dapat diterima ($< 0,2$), serta nilai *Adequate Precision* sebesar 6.749 yang melampaui nilai ambang 4, sehingga model dinyatakan memiliki sinyal yang memadai untuk digunakan sebagai penuntun ruang desain.

Persamaan model matematika:

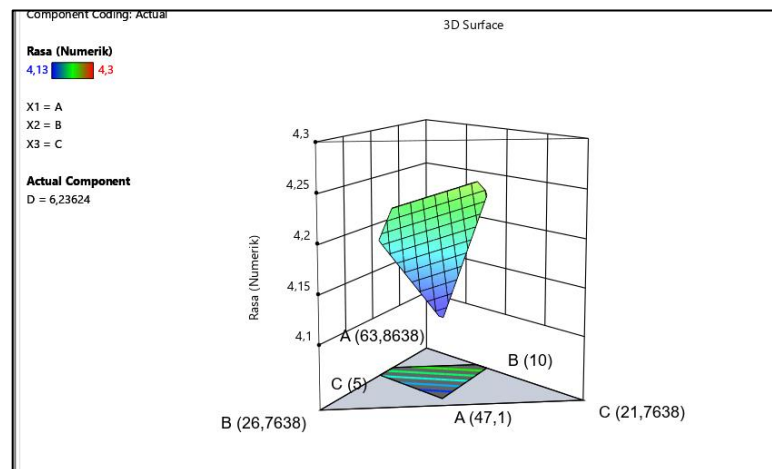
$$Y = 4,35A + 4,07B + 4,16C + 4,01D$$

Keterangan: A = Sari Stroberi, B = Sari Rosella, C = Sari Jahe Merah, D = Sari Daun Mint, dinyatakan dalam persen (%) komponen aktual.

Koefisien sari stroberi ($A = 4,35$) tertinggi, menegaskan rasa manis-asam stroberi sebagai penentu utama kesukaan rasa, sedangkan sari daun mint ($D = 4,01$) memberikan kontribusi terendah akibat sensasi dingin dan sedikit pahit yang ditimbulkan senyawa mentol apabila digunakan berlebihan. Kontribusi positif dari sari jahe merah konsisten dengan penelitian pada minuman fungsional berbasis jahe merah yang menunjukkan penerimaan rasa yang baik pada penambahan jahe merah dalam proporsi moderat (Valentin dkk., 2018), sementara kontribusi rasa segar dari daun mint turut memperkuat penerimaan keseluruhan (McKay & Blumberg, 2006).



Gambar 25. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Penilaian Atribut Rasa



Gambar 26. Grafik 3D *Surface* Penilaian Atribut Rasa

Berdasarkan grafik 3D *surface*, permukaan respon rasa membentuk bidang miring naik ke arah peningkatan proporsi sari stroberi (A) maupun sari jahe merah (C), sesuai dengan koefisien positif dan signifikan pada kedua komponen tersebut dalam model linear. Tidak terlihat kelengkungan permukaan yang mengindikasikan bahwa kedua komponen memberikan kontribusi rasa yang bersifat aditif tanpa efek interaksi yang dominan, sehingga peningkatan proporsi salah satu maupun kedua komponen bersamaan tetap meningkatkan skor kesukaan rasa produk.

Interaksi rasa antar komponen turut berperan melalui mekanisme peningkatan (*enhancement*) maupun penutupan (*masking*) rasa manis-asam stroberi dan rosella dapat menutupi sensasi pedas-hangat jahe merah pada proporsi tertentu sehingga profil rasa terasa lebih seimbang, sedangkan proporsi sari daun mint yang berlebihan cenderung menimbulkan sensasi dingin (*cooling effect*) akibat aktivasi reseptor oleh senyawa mentol yang dapat mengalihkan persepsi rasa manis-asam sehingga menurunkan skor kesukaan keseluruhan (Mckay & Blumberg, 2006).

4.2.2.4 Tekstur

Tekstur minuman *jelly* turut menentukan penerimaan konsumen, khususnya terkait kekenyalan dan kemudahan produk untuk dihisap atau diminum (Hasanah dkk., 2019). Berdasarkan formulasi yang ditentukan oleh program *Design Expert* didapatkan hasil penilaian atribut tekstur dapat dilihat pada tabel 31.

Tabel 31. Hasil Penilaian Atribut Tekstur

Formula	Sari Stroberi (%)	Sari Rosella (%)	Sari Jahe Merah (%)	Sari Daun Mint (%)	Tekstur (Numerik)
J1	58	14,2	5	8	3,57
J2	58	10	12	5,1	3,6
J3	47,1	18	12	8	3,57
J4	58	14,2935	9,80647	3	3,63
J5	55,6431	13,4456	8,01127	8	3,57
J6	50,2974	18	8,80263	8	3,63
J7	58	14,2935	9,80647	3	3,6
J8	58	18	5	4,1	3,57
J9	53,7722	18	5,32784	8	3,6
J10	54,1783	15,9537	9,22159	5,74634	3,5
J11	52,1	18	12	3	3,53
J12	58	18	5	4,1	3,57
J13	50,7504	14,9663	12	7,38323	3,5
J14	53,6015	11,4985	12	8	3,53
J15	52,1	18	12	3	3,57
J16	58	10	9,1	8	3,6

Berdasarkan tabel 31, skor kesukaan tekstur tertinggi diperoleh pada formula J4 sebesar 3,63 dengan proporsi sari daun mint terendah (3%), sedangkan skor terendah pada formula J10 sebesar 3,50 dengan proporsi sari daun mint lebih tinggi 5,75%. Seluruh formula memperoleh penilaian pada kategori agak suka.

Tabel 32. ANOVA Penilaian Atribut Tekstur

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0,0213	9	0,0024	7,30	0,0207	significant
^(*) Linear Mixture	0,0027	3	0,0009	2,78	0,1495	
AB	0,0011	1	0,0011	3,39	0,1248	
AC	0,0013	1	0,0013	4,06	0,1000	
AD	0,0050	1	0,0050	15,47	0,0110	
BC	0,0001	1	0,0001	0,1707	0,6966	
BD	0,0036	1	0,0036	11,12	0,0207	
CD	0,0042	1	0,0042	12,88	0,0157	
Residual	0,0016	5	0,0003			
Lack of Fit	0,0004	2	0,0002	0,4422	0,6787	not significant
Pure Error	0,0012	3	0,0004			
Cor Total	0,0229	14				

Berdasarkan tabel 32, model kuadrat pada atribut tekstur dipilih sebagai model yang mewakili respon tekstur karena memberikan nilai *p-value* 0,0207 ($p <$

0,05) dan nilai *p lack of fit* sebesar 0,6787 ($p > 0,05$) yang menunjukkan bahwa model tersebut secara statistik cukup untuk menduga hubungan antara proporsi keempat komponen *mixture* dengan respon yang diamati.

Tabel 33. *Fit Statistic* Penilaian Atribut Tekstur

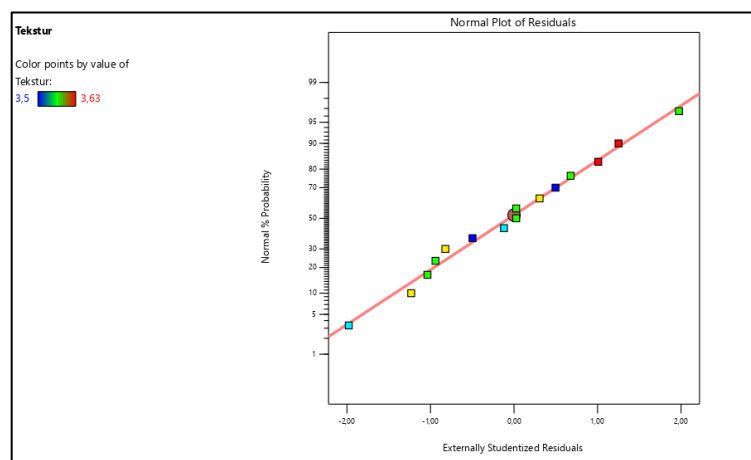
Std. Dev.	0,0180		R²	0,9293
Mean	3,57		Adjusted R²	0,8020
C.V. %	0,5041		Predicted R²	0,3946
			Adeq Precision	8,5561

Berdasarkan tabel 33, nilai R^2 sebesar 0.9293 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan 92.9% keragaman data respon tekstur, dengan R^2 *Adjusted* 0.802 dan R^2 *Predicted* 0.3946 yang berada dalam rentang selisih yang dapat diterima ($< 0,2$), serta nilai *Adequate Precision* sebesar 8.556 yang melampaui nilai ambang 4, sehingga model dinyatakan memiliki sinyal yang memadai untuk digunakan sebagai penuntun ruang desain.

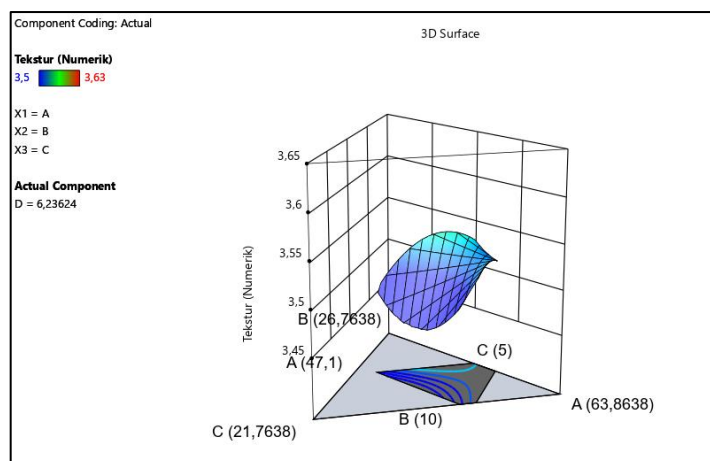
$$Y = 3,76A + 4,00B + 2,75C + 7,72D - 0,88AB + 1,01AC - 6,13AD + 0,33BC - 5,86BD - 4,31CD$$

Keterangan: A = Sari Stroberi, B = Sari Rosella, C = Sari Jahe Merah, D = Sari Daun Mint, dinyatakan dalam persen (%) komponen aktual.

Koefisien tunggal sari daun mint ($D = 7,72$) sangat tinggi, tetapi koefisien interaksinya dengan komponen lain (AD dan BD) bernilai negatif besar, yang menunjukkan bahwa efek mint terhadap kekenyalan gel sangat bergantung pada kehadiran komponen lain; hal ini konsisten dengan peran total padatan terlarut dan keseimbangan pektin/karagenan terhadap kekuatan gel yang terbentuk (Novidahlia dkk., 2019).



Gambar 27. Grafik Kenormalan *Internally Studentized Residuals* Penilaian Atribut Tekstur



Gambar 28. Grafik 3D *Surface* Penilaian Atribut Tekstur

Berdasarkan grafik 3D *Surface*, permukaan respon tekstur menunjukkan kelengkungan yang cukup jelas sesuai dengan model kuadratik yang terpilih. Skor kesukaan tekstur tertinggi terlihat pada area dengan proporsi sari daun mint rendah, dan cenderung menurun seiring meningkatnya proporsi sari daun mint, terutama pada kombinasi dengan proporsi sari stroberi yang juga tinggi, sesuai dengan interaksi AD yang bernilai negatif dan signifikan pada persamaan regresi. Pola ini mengindikasikan bahwa penambahan proporsi bahan cair (sari daun mint) secara bersamaan dengan komponen cair lainnya dapat menurunkan kekentalan relatif gel yang terbentuk.

Faktor fisikokimia yang turut mempengaruhi tekstur adalah interaksi antara natrium alginat dan pektin dengan ion padatan terlarut dari sari buah, peningkatan

proporsi komponen air (terutama sari daun mint) tanpa diimbangi peningkatan padatan terlarut dapat menurunkan konsentrasi relatif hidrokoloid dalam sistem, sehingga jaringan gel yang terbentuk menjadi kurang kompak dan kekenyalan menurun, sejalan dengan prinsip pembentukan gel olah alginat dan pektin yang bergantung pada rasio air terhadap total padatan dan hidrokoloid dalam sistem (Winarno, 2004).

Kaitan antara nilai pH formula dengan respon tekstur juga perlu diperhatikan mengingat natrium alginat dan pektin memiliki rentang pH optimal pembentukan gel yang berbeda. Nilai pH pada seluruh formula penelitian ini (4,65-5,31) berada relatif jauh dari rentang optimal gelasi pektin metoksil tinggi (pH 2,8-3,5 dengan kadar sukrosa tinggi), sehingga kemampuan pektin dalam membentuk gel pada penelitian ini diduga belum berlangsung secara maksimal. Sebaliknya, rentang pH tersebut masih berada dalam rentang yang memungkinkan natrium alginat membentuk gel melalui pengkhelatan ion kalsium (*model egg-box*), yang dapat berlangsung cukup efektif pada pH sekitar 3-8. Kondisi ini mengindikasikan bahwa natrium alginat kemungkinan berperan lebih dominan dibandingkan pektin sebagai pembentuk struktur gel utama pada minuman jelly hasil penelitian ini, sedangkan pektin lebih berperan sebagai penstabil tambahan yang membantu mengikat air dan meningkatkan kekentalan meskipun tidak berada pada kondisi pH yang ideal untuk membentuk gel secara optimal. Hal ini turut menjelaskan mengapa nilai *Predicted R²* pada respon tekstur (0,3946) masih berselisih cukup jauh dari *Adjusted R²*-nya, karena kekuatan gel yang terbentuk merupakan hasil interaksi kompleks antara dua mekanisme gelasi berbeda (kalsium-alginat dan hidrogen-pektin) yang tidak sama-sama berada pada kondisi optimalnya di sepanjang ruang rancangan yang diuji.

4.3 Formulasi Optimal

Penentuan formula optimal minuman jelly stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint dilakukan menggunakan pendekatan fungsi kesukaan (*desirability function*) yang terdapat pada program *Design Expert* versi 13. Pendekatan ini digabungkan seluruh respon yang telah dianalisis pada tahap penelitian utama, yaitu aktivitas antioksidan (IC50), total padatan terlarut, pH, warna, aroma, rasa, dan

tekstur, ke dalam satu fungsi tunggal (*composite desirability, D*) yang bernilai 0 hingga 1. Nilai $D = 0$ menunjukkan formula berada di luar batas kriteria yang ditetapkan pada salah satu atau lebih respon, sedangkan nilai $D = 1$ menunjukkan seluruh respon berada tepat pada nilai yang paling diinginkan (Hidayat dkk., 2021). Program akan mencari kombinasi proporsi sari stroberi, sari rosella, sari jahe merah, dan sari daun mint yang memaksimalkan nilai *composite desirability* tersebut dengan tetap memenuhi batasan (*constraint*) proporsi dan jumlah total komponen sebesar 85,1%.

4.3.1 Penentuan Formulasi Optimal

Formula optimal adalah solusi atau formula yang diprediksikan oleh *Design Expert* metode *D-Optimal* berdasarkan hasil analisis terhadap respon kimia (aktivitas antioksidan, total padatan terlarut, dan nilai pH) dan respon organoleptik (warna, aroma, rasa, dan tekstur). Respon paling optimal diperoleh dengan nilai komponen untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pembobotan ini disebut *importance*, terdapat pilihan tanda positif 1 (+) hingga tanda positif 5 (+++++). Semakin tinggi tingkat kepentingan dari komponen dan respon yang diukur, semakin banyak tanda positif yang diberikan (Wulandari, 2016).

Komponen yang dioptimasi, nilai target, dan *importance* pada tahap optimasi dengan menggunakan *Design expert* dapat dilihat pada Tabel 34.

Tabel 34. Penetapan *Goal* dan *Importance* Minuman Jelly

Variabel/Respon	Goal	Batas Bawah	Batas Atas	Importance
Sari Stroberi	<i>In Range</i>	47,1	58	3 (++++)
Sari Rosella	<i>In Range</i>	10	18	3 (++++)
Sari Jahe Merah	<i>In Range</i>	5	12	3 (++++)
Sari Daun Mint	<i>In Range</i>	3	8	3 (++++)
Aktivitas Antioksidan	<i>Minimize</i>	50,405	124,550	5 (+++++)
Total Padatan Terlarut	<i>In Range</i>	2	2,4	5 (+++++)
Nilai pH	<i>In range</i>	4,65	5,3	5 (+++++)
Warna	<i>Maximize</i>	4,2	4,47	3 (++++)
Aroma	<i>Maximize</i>	3,7	3,97	3 (++++)
Rasa	<i>Maximize</i>	4,13	4,3	3 (++++)
Tekstur	<i>Maximize</i>	3,5	3,63	3 (++++)

Variabel berubah sari stroberi (A) dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* (+++). Sari stroberi ditetapkan *in range* karena perannya sangat sensitif terhadap dosis: pada proporsi rendah, warna merah cerah, rasa manis-asam segar, dan aroma khas buah yang menjadi ciri utama produk kurang menonjol, sedangkan pada proporsi berlebihan justru dapat mendominasi rasa dan menutupi karakter bahan lain. Oleh karena itu, optimasi diarahkan pada pencarian proporsi yang seimbang di dalam rentang batasan rancangan.

Variabel berubah sari rosella (B) dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* (+++). Sari rosella berperan penting sebagai penyumbang warna merah keunguan alami serta rasa asam yang menyegarkan melalui kandungan antosianin dan asam organik. Penetapan *in range* dimaksudkan agar kontribusi rosella terhadap warna dan rasa asam tetap proporsional tanpa menimbulkan rasa terlalu masam yang dapat menurunkan kesukaan panelis.

Variabel berubah sari jahe merah (C) dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* (+++). Jahe merah ditetapkan *in range* karena kandungan gingerol dan senyawa fenolik di dalamnya berkontribusi besar terhadap aktivitas antioksidan, tetapi rasa pedas dan sensasi hangat yang ditimbulkannya perlu dijaga agar tidak mendominasi profil rasa keseluruhan minuman *jelly*.

Variabel berubah sari daun mint (D) dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* (+++). Daun mint ditetapkan *in range* karena senyawa mentol yang dikandungnya memberikan sensasi menyegarkan dan aroma khas pada konsentrasi rendah hingga sedang, tetapi pada konsentrasi tinggi dapat menimbulkan rasa dingin berlebihan dan kesan pahit yang tidak disukai.

Respon aktivitas antioksidan (IC50) dioptimalkan dengan *goal minimize* dan tingkat *importance* tertinggi (+++++). Nilai IC50 yang rendah menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat karena semakin sedikit ekstrak yang dibutuhkan untuk meredam 50% radikal bebas DPPH, sehingga kriteria *minimize* dipilih agar formula optimal mengarah pada produk dengan daya antioksidan setinggi mungkin, sejalan dengan tujuan utama penelitian ini.

Respon total padatan terlarut dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* tertinggi (+++++). Nilai TPT yang terlalu rendah dapat menandakan

kandungan zat terlarut (gula, asam, dan pigmen) yang kurang optimal, sedangkan nilai TPT yang terlalu tinggi berisiko membuat minuman jelly terlalu kental dan kurang segar saat dikonsumsi, sehingga kriteria *in range* dipilih agar diperoleh keseimbangan kekentalan yang sesuai dengan karakteristik *jelly drink*.

Respon pH dioptimalkan dengan *goal in range* dan tingkat *importance* tertinggi (++++). Kriteria ini dipilih agar nilai pH berada pada rentang yang memenuhi persyaratan mutu minuman *jelly* (maks. 4,6 menurut SNI 8879:2020), sekaligus tetap mendukung kestabilan pigmen antosianin pada stroberi dan rosella serta pembentukan gel.

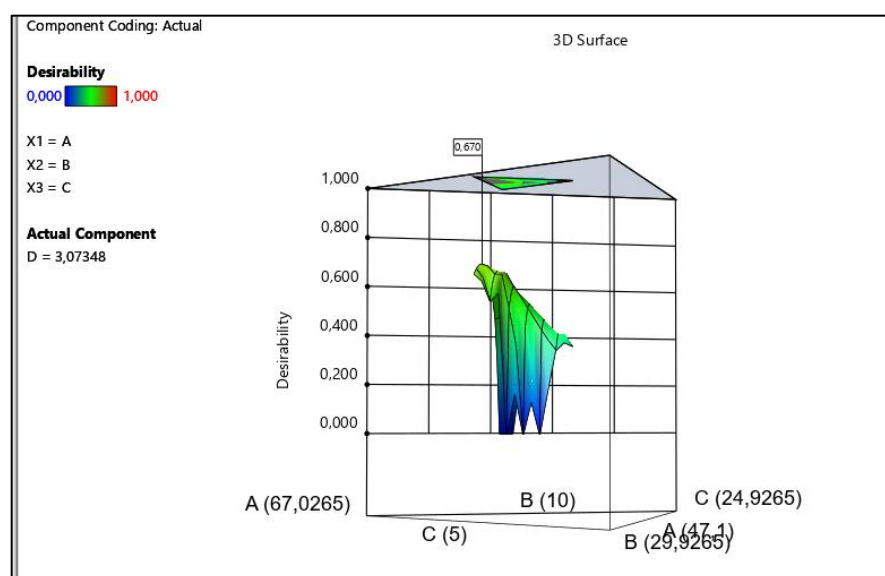
Respon atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur masing-masing dioptimalkan dengan *goal maximize* dan tingkat *importance* (+++). Keempat atribut organoleptik ini ditargetkan maksimum karena skor hedonik yang tinggi mencerminkan tingkat kesukaan panelis yang besar terhadap penampakan, bau, cita rasa, dan kekenyalan gel minuman *jelly*, yang pada akhirnya menentukan daya terima produk secara keseluruhan. Tingkat *importance* keempat atribut ini ditetapkan sedang karena bersifat pendukung terhadap tujuan utama penelitian yang berfokus pada penguatan aktivitas antioksidan, sedangkan *importance* tertinggi tetap dipertahankan pada aktivitas antioksidan, total padatan terlarut, dan pH sebagai parameter fisikokimia utama.

Proses optimasi formula bertujuan untuk mendapatkan formulasi optimal dengan kombinasi nilai respon yang optimal dan saling menyeimbangkan (Taufik dkk., 2023). Proses optimasi dilakukan melalui pencarian numerik (*numerical optimization*) yang menelusuri seluruh ruang rancangan campuran (*mixture design space*) menggunakan ketujuh persamaan model yang telah diperoleh, kemudian memilih kombinasi proporsi sari stroberi, sari rosella, sari jahe merah, dan sari daun mint dengan nilai *composite desirability* tertinggi berdasarkan goal dan importance. Nilai *desirability* merupakan nilai fungsi yang menunjukkan seberapa dekat suatu kombinasi formula terhadap titik optimum, dengan rentang 0 hingga 1; titik optimum yang baik memiliki nilai *desirability* yang mendekati 1, sedangkan nilai *desirability* yang mendekati 0 menandakan formula tersebut sulit mencapai titik optimal berdasarkan variabel respon yang ditetapkan (Hidayat dkk., 2021).

Hasil pencarian numerik menghasilkan satu formula terpilih (*selected solution*) dengan nilai composite desirability tertinggi, yang disajikan pada Tabel 35.

Tabel 35. Hasil Prediksi Respon Kimia Formula Optimal

Sari Stroberi	Sari Rosella	Sari Jahe Merah	Sari Daun Mint	Aktivitas Antioksidan	Total Padatan Terlarut	pH	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
58,000	16,367	7,659	3,073	68,962	2,276	5,012	4,310	3,881	4,234	3,630
58,000	18,000	5,892	3,208	57,668	2,345	5,140	4,257	3,891	4,225	3,630
55,645	15,968	10,487	3,000	67,870	2,219	4,852	4,280	3,832	4,214	3,588
58,000	18,000	5,000	4,100	81,890	2,364	5,194	4,300	3,886	4,218	3,570
58,000	10,000	9,770	7,330	78,065	2,110	4,804	4,294	3,816	4,230	3,561
55,459	13,647	7,994	8,000	89,360	2,230	4,975	4,253	3,787	4,184	3,579
53,413	14,633	9,054	8,000	73,557	2,236	4,937	4,243	3,753	4,160	3,575



Gambar 29. Grafik *Desirability* Formula Optimal

Berdasarkan grafik diatas dihasilkan nilai *Desirability* pada formulasi optimal mendekati 1 sebesar 0,670. Hasil formulasi optimal diprediksi memiliki aktivitas antioksidan 68,962 ppm, total padatan terlarut 2,276, nilai pH 5,012, warna 4,310, aroma 3,881, rasa 4,234, dan tekstur 3,360.

Tabel 36. Hasil *Point Prediction*

Two-sided Confidence = 95% Population = 99%

	Analysis	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
	Aktivitas Antioksidan	68,9545	68,9545		5,87093	4,7379	56,7754	81,1337	27,8126	110,096
	Total Padatan Terlarut	2,27572	2,27572		0,067964	0,0309629	2,20757	2,34387	1,94865	2,60278
	pH	5,01255	5,01255		0,146075	0,0696616	4,85922	5,16587	4,30399	5,7211
	Warna	4,30999	4,30999		0,0437996	0,031964	4,23177	4,3882	4,03177	4,5882
	Aroma	3,88076	3,88076		0,0656118	0,0298039	3,81583	3,9457	3,57155	4,18998
	Rasa	4,23378	4,23378		0,0380368	0,0178076	4,19459	4,27298	4,04988	4,41769
	Tekstur	3,62997	3,62997		0,0179917	0,0209184	3,5762	3,68374	3,4866	3,77334

Tabel 36 diatas digunakan untuk verifikasi respon formulasi optimal dengan membandingkan hasil respon formulasi optimal dengan nilai CI dan PI yang dihasilkan oleh *Design Expert*. Tabel *Point Prediction* dan *Confirmation* akan menghasilkan *Confident Interval* (CI) dan *Prediction Interval* (PI) untuk setiap nilai prediksi respon pada taraf signifikansi 5%.

4.3.2 Verifikasi Formula Optimum

Verifikasi formula optimal dilakukan dengan cara membuat ulang produk minuman jelly sesuai dengan komposisi pada Tabel, kemudian dilakukan pengujian aktual terhadap ketujuh respon (aktivitas antioksidan, total padatan terlarut, pH, dan organoleptik warna, aroma, rasa, tekstur) dengan metode pengujian yang sama seperti pada penelitian utama. Hasil pengujian aktual selanjutnya dibandingkan dengan nilai prediksi program *Design-Expert* pada Tabel untuk menilai ketepatan (validitas) model yang telah diperoleh.

Menurut (Rahmadina, 2023), *software Design Expert* akan menghasilkan *confidence interval* (CI) dan *prediction interval* (PI) untuk setiap nilai prediksi respon pada taraf signifikansi 5%. CI merupakan *standard error of the mean* yang dapat membantu mengatasi kesalahan acak pada data yang didapatkan dari semua data yang digunakan. Semakin banyak data yang digunakan, menyebabkan semakin kecilnya kesalahan acak dan rentang yang dihasilkan. Jika mengulangi pengambilan sampel tanpa batas, CI 95% yang dibangun akan berisi rata-rata populasi yang sebenarnya. Menurut (Engelen, 2016), PI merupakan rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran respon berikutnya dengan kondisi sama. Jika mengulangi pengambilan sampel tanpa batas, PI 95% yang dibangun akan berisi pengamatan baru. Oleh karena itu, CI dan PI harus dibandingkan untuk

mengkonfirmasi bahwa hasil verifikasi berbeda pada kisaran menunjukkan nilai ketepatan respon. Rentang nilai CI akan lebih kecil jika dibandingkan dengan rentang nilai PI, hal ini disebabkan pengukuran PI melibatkan beragam variasi sampel yang tidak diketahui untuk gambaran hasil sampel produk akhir dengan tingkat kepercayaan tertentu berdasarkan pengamatan yang telah diamati.

Tabel 37. Hasil Verifikasi Formula Optimal

Respon	Prediksi	Aktual	Std. Dev	95% <i>PI</i> Low	95% <i>PI</i> High
Aktivitas Antioksidan	68,946	67,607	5,88	49,56	88,35
Total Padatan Terlarut	2,2	2,3	0,07	2,11	2,44
Nilai pH	5,01	4,96	0,15	4,66	5,37
Warna	4,3	4,27	0,04	4,17	4,44
Aroma	3,88	3,8	0,07	3,72	4,04
Rasa	4,23	4,2	0,04	4,14	4,33
Tekstur	3,63	3,57	0,02	3,55	3,70

Berdasarkan data analisis yang dihasilkan, data tersebut memiliki hasil yang tidak berbeda jauh dengan prediksi yang di keluarkan oleh *Design Expert*. Keseluruhan hasil analisis masuk ke dalam rentang PI (*Prediction Interval*). *PI Prediction Interval*) merupakan rentang yang menunjukkan ekspektasi hasil pengukuran pada kondisi sama pada taraf tertentu.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian optimasi formula minuman jelly stroberi, rosella, jahe merah dan daun mint menggunakan metode *Mixture D-Optimal*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Formula optimal diperoleh pada komposisi sari stroberi 58,00%, sari rosella 16,367%, sari jahe merah 7,659%, dan sari daun mint 3,073%, dengan nilai *desirability* gabungan sebesar 0,670, yang menghasilkan nilai prediksi aktivitas antioksidan (IC50) sebesar 68,962 ppm (kategori kuat), total padatan terlarut 2,276 °Brix, pH 5,012, serta nilai hedonik warna 4,310, aroma 3,881, rasa 4,234, dan tekstur 3,630.
2. Verifikasi formula optimum, yang dilakukan dengan membuat ulang produk sesuai komposisi formula optimum dan menguji ketujuh responnya secara aktual, menunjukkan nilai aktual aktivitas antioksidan 67,607 ppm, total padatan terlarut 2,3 °Brix, pH 4,96, warna 4,27, aroma 3,80, rasa 4,20, dan tekstur 3,57. Seluruh nilai aktual tersebut berada di dalam rentang selang prediksi 95% (95% *Prediction Interval*) yang dihasilkan model, sehingga model optimasi yang diperoleh dinyatakan valid dan akurat untuk menduga karakteristik minuman jelly stroberi, rosella, jahe merah, dan daun mint pada ruang rancangan yang diuji.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan beberapa hal berikut untuk penelitian atau pengembangan produk selanjutnya:

1. Perlu dilakukan pengujian umur simpan (*shelf life*) terhadap formula optimal terpilih untuk mengetahui stabilitas aktivitas antioksidan, warna, dan karakteristik sensori produk selama penyimpanan pada berbagai kondisi suhu.
2. Perlu dilakukan analisis kandungan gizi lain, seperti kadar vitamin C, total fenol, dan total antosianin secara kuantitatif, untuk melengkapi karakterisasi fungsional produk.

3. Perlu dilakukan uji skala pilot atau skala industri kecil untuk menilai kelayakan produksi formula optimal secara komersial, termasuk analisis biaya produksi dan daya terima pasar.
4. Perlu dikaji jenis dan konsentrasi bahan penstabil/pembentuk gel alternatif selain karagenan untuk memperbaiki predicted R^2 pada respon warna dan meningkatkan kesesuaian model secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aishya, A. Z. P., Handayani, B. R., & Cicilia, S. (2024). Pengaruh Konsentrasi Sari Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*) Terhadap Mutu Yakult. Universitas Mataram
- Aji, N. P. (2021). Pembuatan Permen Jelly dari Jahe Merah (*Zingiber officinale* Rosc) Dengan Penambahan Gelatin. Jurnal Ilmiah Pharmacy. Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu.
- Ali, M. (2017). Optimasi Formulasi Bumbu Nasi Kuning Serbuk dengan Program *Design Expert* Metode *Mixture D-Optimal*. Universitas Pasundan.
- AOAC. (2005). Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist. Virginia, USA: by the Association of Analytical Chemist inc.
- Astuti, R. D. (2015). Evaluasi Suhu Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan Teh Rosella (*Hibiscus sabdariffa*). Jurnal Teknologi Pangan, 9(2), 45-52.
- Badan POM RI. (2010). Acuan Sediaan Herbal. Vol. 5. Direktorat Obat Asli Indonesia. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Jakarta. Hal. 30-31.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Minuman Jeli (SNI 8897:2020)*.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2024). Produksi Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan Semusim Menurut Jenis Tanaman, 2024. <https://www.bps.go.id/id/statisticstable/3/VFV4MmQxaG9kakZrVUdWeEx6aDFUMnN6WmpocVp6MDkjMw==/produksi-tanaman-sayuran-dan-buahbuahan-semusim-menurut-jenis-tanaman>. Diakses pada: 13 November 2025.
- Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika. (2014). Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Stroberi.

- Bandi, I., Susilowati, P. E., & Mariani, L. (2024). Kajian Konsentrasi Pektin dan Air Kelapa Muda pada Produk Permen Jelly kelapa Muda Hijau (*Cocos nicifera*). Jurnal Riset Pangan.
- Bhadeswara, I. G. R. W., & Susanti, N. M. P. (2023). Potensi Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Sebagai Antioksidan Untuk Menangkal Radikal Bebas. Seminar Nasional Farmasi.
- Bezzer, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., dan Escaleirra, L., A. (2008). Response Surface Methodology (RSM) as a Tool for Optimizion in Analytical Chemistry. *Talanta*, 76(5), 965-977.
- Budiman, Supriatin, dan Saraswati, D. (2008). Berkebun Stroberi Secara Komersial. Jakarta : PT Bumi Aksara.
- Cornell, J. A. (2011). Experiments with Mixtures: Designs, Models and the Analysis of Mixture Data. 3rd Edition. Wiley.
- Daniela, C., Sihombing, D. R., dan Siregar, E. A. (2024). Studi Pembuatan Permen Jelly Berbasis Buah dan Tanaman Herbal yang Kaya Antioksidan. Jurnal Riset Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian (RETIPA). Volume 4(2).
- Desrosier, N. W., & Desrosier, J. N. (1988). The Technology of Food Preservation. AVI Publishing Company.
- Djaeni, M. (2017). Ekstraksi Antosianin dari Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) Berbantu Ultrasonik + Tinjauan Antioksidan. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.
- Elok, E., Dwiloka, B., & Setiani, B. E. (2018). Perubahan Derajat Kecerahan, Kekenyalan, Vitamin C, dan Sifat Organoleptik pada Permen *Jelly Kulit Jeruk Lemon* (*Citrus medica var Lemon*). Jurnal Teknologi Pangan, 2(1).
- Fellows, P. J. (2017). Food Processing Technology: Principles and Practice (4th ed.) Woodhead Publishing.
- Engelen, A., Sugiyono, dan Budijanto, S. 2016. Optimasi Proses dan Formula pada Pengolahan Mi Sagu Kering. Jurnal Agrotech, 35(4): 458–466.

- Fessenden, J. S. (1986). *Organic Chemistry*. Cole Publishing Company.
- Gao, T., Fang, Y., Nishinari, K., Phillips, G. O., dan Jiang, F. (2022). Gelation Behavior and Mechanism of Alginate with Calcium: Dependence on Monovalent Counterions. *Carbohydrate Polymers*, 296, 119921.
- Giacomazza, D., Bulone, D., San Biagio, P. L., Marino, R., dan Lapasin, R. (2018). Data Concerning the Rheological Behavior of High Methoxyl Pectin During Gelation Process. *Data in Brief*, 19, 1273-1281.
- Garnida, Y. (2020). Uji Indrawi dan Sensori pada Industri Pangan. *Manggu Makmur Tanjung Lestari*.
- Ginting, E. (2025). Pengaruh Penambahan Rempah Daun Mint Terhadap Gula, Alkohol, Antibakteri, dan Antioksidan pada Fermentasi Nanas. *Calvin Institute of Technology*.
- Hidayat, I. R., Zuhrotun, A., & Sopyan, I. (2020). Design-Expert Software sebagai Alat Optimasi Formulasi Farmasi. *Majalah Farmasetika*, 6(1), 99-120.
- Inggrid, M., dan Santoso, H. (2015). Aktivitas Antioksidan dan Senyawa Bioaktif dalam Buah Stroberi. *Bandung: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Katolik Parahyangan*.
- Inggrid, M., Hartanto, Y., dan Widjaja, J. F. (2018). Karakteristik Antioksidan pada Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn.). *Jurnal Itenas Rekayasa*, 2(3), 283-290.
- Inonu, M.I.P., Novidahlia, N., dan Fitrilia, T. (2021). Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Jelly Drink Sari Buah Mangga (*Mangifera indica*) dengan Penambahan Sari Buah Buni (*Antidesma bunius*) dan Karagenan. *Jurnal Agroindustri Halal*, 7(1):43-54
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology* (7th ed.). Springer.
- Julizan, Nur., Maemunah, S., Dwiyantri, D., dan Anshori, J. A. (2019). Validasi Penelitian Antioksidan dengan Metode DPPH. *Jatinangor: Universitas Padjajaran. Kandaga*, Vol 1(1).

- Juniart, A. (2023). Penambahan Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri*) Sebagai Hidrokoloid Untuk Meningkatkan Mutu Fruit Leather Stroberi (*Fragaria ananassa*). Diploma thesis. Universitas Nasional.
- Karismawati, A. S., Nurhasanah, N., & Widyaningsih, T. D. (2015). Pengaruh Minuman Fungsional Jelly Drink Kulit Buah Naga Merah dan Rosella Terhadap Stres Oksidatif. Universitas Brawijaya Malang.
- Kementerian Pertanian. (2023). Pedoman Budidaya Stroberi dalam *Greenhouse*. Pertanian Press.
- Kumalaningsih, S. (2006). Antioksidan Alami: Penangkal Radikal Bebas. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Kumara Dewi, N. W. R., Yasa, G. T., dan Swari Santi, M. D. (2024). Potensi Ekstrak Etanol 96% Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) sebagai Antioksidan. Jurnal Skala Husada: The Journal of Health, 21(2), 57-62.
- Lampah, P. I. (2022). Studi Pembuatan Permen Jelly Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) dengan Penambahan Karagenan dan Gelatin. Universitas Bosowa. Makassar.
- Maharani, I., Kunarto, B., Sani, E. Y., dan Ery, P. (2019). Pengaruh Rasio Daun Peppermint : Etanol dan Lama Ekstraksi Menggunakan UAE terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak yang Dihasilkan. Skripsi. Universitas Semarang.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., dan Jimenez, L. (2005). Polyphenols: Food Sources and Bioavailability. American Journal of Clinical Nutrition, 79(5): 727-747.
- Mardiah, Amalia, L., dan Sulaeman A. (2010). Ekstraksi Kulit Batang Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L) Sebagai Pewarna Merah Alami. Jurnal Pertanian. ISSN 2087-4936 Volume 1 Nomor 1, Oktober 2010.

- Mayani, Lisna. (2014). Pengaruh Pengecilan Ukuran Jahe dan Rasio Air Terhadap Sifat Fisik Kimia dan Organoleptik pada Pembuatan Sari Jahe. Universitas Brawijaya.
- Melati, Citra Ayu. (2025). Karakteristik Minuman Jelly Air Kelapa Muda (*Cocus recifera L.*) Dengan Penambahan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*) Sebagai Pangan Fungsional. Universitas Andalas.
- Merisa, S., Mardiah., & Supriyantmi, M. (2017). Penambahan Daun Sirsak (*Annona muricata*) pada Jelly Drink Rosella (*Hibiscus sabdariffa*). Universitas Djuanda Bogor.
- Miranti, M., Rialita, T., & Tensiska. (2008). Pengaruh Penambahan Natrium Alginat Terhadap Karakteristik Minuman Fungsional dari Serbuk Minuman Cincau Hijau (*Cyclea barbata L. Miers*). Jurnal Teknologi Pertanian. Universitas Padjajaran.
- Moeksin, R., dan Ronald, S. H. (2009). Pengaruh Kondisi, Perlakuan Dan Berat Sampel Terhadap Ekstraksi Antosianin dari Kelopak Bunga Rosella dengan Pelarut Aquadest dan Ethanol. Jurnal Sains dan Matematika (JSM), 16, 11-18.
- Molyneux, P. (2004). The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 26(2): 211-219.
- Novidahliisa, N., Rohmayanti, T., dan Nurmilasari, Y. (2019). Karakteristik Fisikokimia Jelly Drink Daging Semangka, Albedo Semangka dan Tomat dengan Penambahan Karagenan dan Tepung Porang (*Amorphallus mulleri Blume*). Jurnal Argoindustri Halal, 5(1):57-66.
- Nuh, M., Wan Bahroni, J. B., Miranti, F. Y., dan M. Ridwan, P. (2020). Studi Pembuatan Permen Jelly dari Sari Buah Nangka. Wahana Inovasi. Volume 9 No.1.
- Nuramalia, D. R., & Damayanthi, E. (2018). Effect of Green Okra and Strawberry Ratio on Antioxidant activity, Total Phenolic Content and Organoleptic Properties of Jelly Drink. IOP Conference Series : Earth and Environmental Science.

- Nurani, F. P. (2020). Penambahan Pektin, Gula, dan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Selai dan Marmalade Buah-Buahan. *Journal of Food Technology and Agroindustry*. UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Nurmiah, S., Syarief, R., Sukarno, S., Peranginangin, R., & Nurmata, B. (2013). Aplikasi Response Surface Methodology pada Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan Alkali Treated Cottonil (ATC). *Jurnal Pasca[anen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 8(1), 9-22.
- Nurnasari, E. A. (2017). Potensi Diversifikasi Rosella Herbal (*Hibiscus sabdariffa* L.) Untuk Pangan dan Kesehatan. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat, dan Minyak Industri*, 82-92.
- Pasanda, O. S. R., Azis, A., Susilawati, dan Tri, S. (2020). Ekstraksi Rumput Laut (*Sargassum sp.*) dengan Ultrasonik Menghasilkan Natrium Alginat. *Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*. 976-602-6076.
- Poincelot, R. P. (2004). *Sustainable Horticulture: Today and Tomorrow*. Practice Hall, New Jersey, 870 p.
- Pournaki, S. K., Aleman, R. S., Azhdari, M. H., Marcia, J., et al. (2024). Current Review: Alginate in the Food Application. *Processed*. 2024;7(3):281-301.
- Pulungan, S. L., & Dalimunthe, G. I. (2022). Pengaruh Konsentrasi Sari Buah Stroberi (*Fragaria x ananassa*) Terhadap Formulasi dan Evaluasi *Jelly Drink* Dengan Kombinasi Madu dan Gula. *FARMASAINKES : Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan* Vol. 1 No. 2.
- Puspitasari, L., Mareta, S., & Thalib, A. (2021). Karakterisasi Senyawa Kimia Daun Mint (*Mentha sp*) dengan Metode FTIR dan Kemometrik. *Institut Sains dan Teknologi Nasional*. Jakarta.
- Putra, Y. P., Adiguna, G. S., Nugroho, T. S., dan Masi, A. (2021). Karakterisasi Mutu Fisik Dan Organoleptik *Jelly Drink* Berbasis Rumput Laut (*Eycheuma cottonoil*) Dan Buah Mangrove Pidada (*Sonneratia caseolaris*). *MANFISH JOURNAL*.

- Putriyana, R. S., Abdulah, I., Purwaningsih, I., dan Silvia, L. (2018). Sintesis Natrium Alginat dari *Sargassum sp.* Dengan Proses *Leaching*. Industrial Research Workshop and National Seminar. Politeknik Negeri Bandung.
- Rahmi, S. L., Fitry T., dan Selvia A. (2012). Pengaruh Penambahan Gelatin Terhadap Pembuatan Permen Jelly Dari Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa Linn.*). Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains. Volume 14, Nomor 1, Hal. 37-44.
- Raissi, S., and Farzani, R. E. (2009). Statistical Process Optimization Through Multi Response Surfacemethodology. World Academy of Science, Engineering and Technology, Pp, 267-271.
- Raja, R. R. (2012). Medicinally Potential Plants of Labiate (Lamiaceae) family : An Overview. Res J Med Plant: 1-11.
- Rastegarpour, M. (2025). Review Application of Varios Hdrycolloids in Fruit-based Beverages. Food Hydrocolloids.
- Rittiska, S., Lonuch, N., Buakeeree, S, Yimtoe, S. (2023). Development of Jelly Drink from Cultivated Banana Pseudo stem juice (*Musa sapientum L.*) and pineapple juice supplemented with pineapple pulp. Food Research 7(2): 52-59.
- Rujito, H., Utami, M. M.D., Riskiawan, H. Y., Hermanuadi, D., Retnowati, N. (2020). Product Design of Kolang-Kaling Grass Jelly Drink Through the Application of Quality Function Deployment Method (case study in meru betiri national park, Banyuwangi district). IO Conf. Series: Earth and Environmental Science 411 (2020) 012024.
- Saleha, N. M. (2016). Optimasi Formulasi Flakes Berbasis Tepung Ubi Cilembu, Tepung Tapioka Serta Tepung Kacang Hijau Menggunakan Aplikasi Design Expert Metode Mixture D-Optimal. Universitas Pasundan.
- Sandrasari, D.A., Andrawulan, N., Faridah, D.N., dan Dewi, F.N.A. (2023). Identifikasi Komponen Aktif Jahe Merah Sebagai Sumber Antioksidan dengan Pendekatan Metabolik Berbasis HPLC. Alchemy Jurnal Penelitian Kimia, 19(1): 32-43.

- Saridewi, I., Murti B.T., dan Wulansari, E.D. (2025). Evaluasi Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Daun Mint Menggunakan Metode DPPH in Vitro. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 5(2): 831-838.
- Setyawan, B. (2015). *Peluang Usaha Budidaya Jahe*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta.
- Setyo, U., & Purwati, R. D. (2021). Budidaya Rosela (*Hibiscus sabdariffa* var. Sabdariffa) Herbal. Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat.
- Shaikh, S., Bin Yacoob, H., & Abdul, R. Z. H. (2014). Prospective role in treatment of major illnesses and potential benefits as a safe insecticide and natural food preservative of mint (*Mentha* spp.): a Review. *Asian J Biomed Pharm Sci.*, 4:1-12.
- Sipahaleut, S. G. (2024). Karakteristik Fisik dan Preferensi Konsumen Terhadap Jelly Drink Pala (*Myristica fragrans* H.) dengan Variasi Konsentrasi Gelatin. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. Vol. 9, No.4.
- Styaningrum, S. D., Sari, P. M., Puspitaningtyas, D. E., Nindyarini, A., & Anita, T. F. (2023). Analisis Warna, Tekstur, Organoleptik serta Kesukaan Pada Kukis Growol Dengan Variasi Penambahan Inulin. *Ilmu Gizi Indonesia*, 6(2), 115.
- Suryana, E. A., Kamsiati, E., Usmiati, S., Heawati, H. (2022). Effect of Porang Flour and Low-Calorie Sugar Concentration on The Physico-Chemical Characteristics of Jelly Drinks. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 985 (2022) 012042.
- Ulfah, S., Widiantera, T., dan Taufik, Y. (2017). Optimalisasi Formulasi Minuman Jelly Lidah Buaya (*aloe vera* L.) dan Daun Black Mulberry (*Morus nigra* L.) Menggunakan Design Expert Metode Mixture D-Optimal. Universitas Pasundan. Bandung.
- Utami, L. S. (2016). Pengaruh Penambahan Jumlah Sari Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) dan Sari Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Terhadap Sifat Organoleptik Jelly Drink. *e-journal Boga*, Volume 5, no. 1.

- Verheij, E.W.M. dan R.E Coronel, (1997). SumberdayaNabati Asia Tenggara 2.Penerjemah S. Danimihardja; H. Sutarno; N.W Utami Dan D.S.H. Hopsen. Jakarta: Gramedia Pustaka
- Wibawa, F., Haryati, S., & Aditia, R. P. (2025). Penambahan Alginat Pada Karakteristik Minuman yang Berpotensi Sebagai Minuman Fungsional Terhadap Kandungan Antioksidan dan Kadar Serat. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Williams, C., and Lamprecht, E. (2008). Some Commonly Fed Herbs and Other Fuctional Foods in Equine Nutrition. The Veterinary Journal, 178:21-31.
- Winarno, F.G. (2004). Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia pustaka Utama.
- Winarno, F. G. (1997). Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarsih, H. (2007). Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Yogyakarta: Kasinius.
- Zaddana, C., Rusly, Z., dan Wahyuningrum, C. (2024). Pengembangan Formula Permen Jelly Rendah Gula dan Tinggi Antioksidan dari Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscussabdariffa Linn.*). Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup. Volume 24, Nomor 2, Hal. 59-68.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisis Total Padatan Terlarut (TPT) (AOAC, 2005)

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

Lampiran 2. Prosedur Aktivitas Antioksidan Metode DPPH (Julizan, et al., 2019).

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

Cara kerja analisis antioksidan adalah :

a. Pembuatan Larutan Stok Sampel

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

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

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

c. Pengujian dengan Spektrofotometri UV-VIS

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

Rumus Perhitungan :

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

Lampiran 3. Prosedur Pengujian Nilai pH (Sudarmadji, 2010)

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

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

[illegible]

Lampiran 5. Hasil Penelitian Pendahuluan

Tabel 38. Hasil Penelitian Pendahuluan % Inhibisi Aktivitas Antioksidan

Kode Sampel	ppm	Absorbansi sampel	% Inhibisi
S	0	0,817	0,00
	40	0,789	3,43
	80	0,572	29,99
	120	0,501	38,68
	160	0,395	51,65
R	0	0,822	0,00
	40	0,594	27,74
	80	0,453	44,89
	120	0,294	64,23
	160	0,258	68,61
JM	0	0,837	0,00
	40	0,695	16,97
	80	0,576	31,18
	120	0,442	47,19
	160	0,393	53,05
DM	0	0,973	0,00
	4	0,844	13,26
	8	0,706	27,44
	12	0,653	32,89
	16	0,522	46,35

Tabel 39. Hasil Penelitian Pendahuluan IC50 Aktivitas Antioksidan

Kode Sampel	Y	A	b	ppm (IC50)
Stroberi	50	-2,9621	0,3464	58,551
Rosella	50	6,3505	0,4343	64,622
Jahe Merah	50	2,4134	2,4134	57,082
Daun Mint	50	1,5211	2,8083	50,542

Tabel 40. Hasil Penelitian Pendahuluan Total Padatan Terlarut

Kode Sampel	°Brix
Buah Stroberi	1,20
Bunga Rosella	1,60
Jahe Merah	1,20
Daun Mint	1,20

Lampiran 6. Hasil Penelitian Utama

Tabel 41. Hasil Penelitian Utama % Inhibisi Aktivitas Antioksidan

Kode Sampel	ppm	Absorbansi sampel	% Inhibisi	Kode Sampel	ppm	Absorbansi Sampel	% Inhibisi
J1	0	0,969	0,00	J9	0	0,963	0,00
	200	0,761	21,47		200	0,841	12,67
	400	0,752	22,39		400	0,673	30,11
	600	0,652	32,71		600	0,614	36,24
	800	0,517	46,65		800	0,573	40,50
J2	0	0,856	0,00	J10	0	0,958	0,00
	200	0,784	8,41		200	0,908	5,22
	400	0,715	16,47		400	0,822	14,20
	600	0,574	32,94		600	0,786	17,95
	800	0,405	52,69		800	0,707	26,20
J3	0	0,857	0,00	J11	0	0,977	0,00
	200	0,840	1,98		200	0,871	10,85
	400	0,705	17,74		400	0,810	17,09
	600	0,671	21,70		600	0,709	27,43
	800	0,510	40,49		800	0,608	37,77
J4	0	0,883	0,00	J12	0	0,952	0,00
	200	0,782	11,44		200	0,898	5,67
	400	0,709	19,71		400	0,803	15,65
	600	0,642	27,29		600	0,708	25,63
	800	0,600	32,05		800	0,623	34,56
J5	0	0,878	0,00	J13	0	0,969	0,00
	200	0,777	11,50		200	0,833	14,04
	400	0,722	17,77		400	0,794	18,06
	600	0,644	26,65		600	0,710	26,73
	800	0,590	32,80		800	0,615	36,53
J6	0	0,849	0,00	J14	0	0,989	0,00
	200	0,717	15,55		200	0,889	10,11
	400	0,405	52,30		400	0,775	21,64
	600	0,237	72,08		600	0,702	29,02
	800	0,189	77,74		800	0,642	35,09
J7	0	0,930	0,00	J15	0	0,971	0,00
	200	0,834	10,32		200	0,835	14,01
	400	0,641	31,08		400	0,768	20,91
	600	0,596	35,91		600	0,690	28,94
	800	0,562	39,57		800	0,547	43,67
J8	0	0,938	0,00	J16	0	0,98	0,00
	200	0,791	15,67		200	0,889	9,29
	400	0,706	24,73		400	0,791	19,29
	600	0,589	37,21		600	0,714	27,14
	800	0,492	47,55		800	0,672	31,43

Tabel 42. Hasil Penelitian Utama IC50 Aktivitas Antioksidan

Kode Sampel	y	a	b	ppm (IC50)
J1	50	3,7358	0,0523	121,430
J2	50	-3,8785	0,065	109,669
J3	50	-3,7573	0,0504	124,550
J4	50	2,1065	0,04	102,663
J5	50	1,5945	0,0404	89,468
J6	50	1,1307	0,106	60,667
J7	50	2,4301	0,0524	96,376
J8	50	1,7058	0,0583	79,259
J9	50	2,9907	0,0523	107,184
J10	50	-0,0132	0,0326	50,405
J11	50	0,2047	0,0461	54,440
J12	50	-1,5126	0,0445	83,991
J13	50	1,9195	0,0429	94,744
J14	50	1,3549	0,0445	80,447
J15	50	1,0505	0,0511	70,558
J16	50	1,2857	0,0404	81,824

Perhitungan sampel J2:

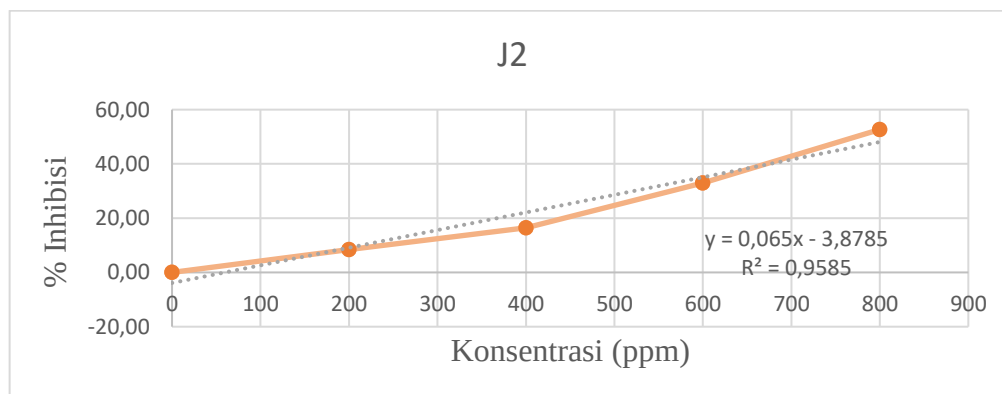
$$\text{a. Inhibisi (\%)} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

$$200 = \frac{0,856 - 0,784}{0,856} \times 100\% = 8,41\%$$

$$400 = \frac{0,856 - 0,715}{0,856} \times 100\% = 16,47\%$$

$$600 = \frac{0,856 - 0,574}{0,856} \times 100\% = 32,94\%$$

$$800 = \frac{0,856 - 0,405}{0,856} \times 100\% = 52,69\%$$



b. Persamaan Regresi Linier: $Y = a + bx$: $y = (-3,8785) + 0,065x$

c. IC50 Menggunakan Regresi Linier: $x = 50 - \frac{(-3,8785)}{0,065} = 109,669$ ppm

Tabel 43. Hasil Penelitian Utama Total Padatan Terlarut

Kode Sampel	°Brix	Kode Sampel	°Brix
J1	2,30	J9	2,40
J2	2,00	J10	2,30
J3	2,10	J11	2,20
J4	2,10	J12	2,30
J5	2,20	J13	2,20
J6	2,10	J14	2,20
J7	2,30	J15	2,30
J8	2,40	J16	2,10

Tabel 44. Hasil Penelitian Utama Nilai pH

Kode Sampel	°Brix	Kode Sampel	°Brix
J1	5,30	J9	5,17
J2	4,65	J10	5,24
J3	4,72	J11	5,31
J4	4,72	J12	5,15
J5	4,88	J13	4,92
J6	4,96	J14	4,78
J7	4,97	J15	4,76
J8	5,15	J16	4,67

Lampiran 7. Hasil Penilaian Uji Organoleptik

Tabel 45. Hasil Penilaian Uji Organoleptik Atribut Warna

Panelis	Kode Sampel																															
	300		699		201		191		704		110		933		408		815		800		212		369		111		666		407		312	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	5	2,35	6	2,55	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,37	6	2,55	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87
2	4	2,12	5	2,35	4	2,12	6	2,55	4	2,12	5	2,35	6	2,55	5	2,35	6	2,55	4	2,14	6	2,55	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35
3	5	2,35	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,37	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87
4	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,14	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
5	3	1,87	4	2,12	5	2,35	6	2,55	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,37	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87
6	3	1,87	6	2,55	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,14	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
7	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,37	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35
8	5	2,35	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	6	2,57	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	4	2,12
9	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35
10	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,37	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
11	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,14	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35
12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,90	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35
13	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,14	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
14	1	1,22	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,90	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35
15	4	2,12	6	2,55	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,37	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12
16	6	2,55	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,14	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12
17	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,37	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35
18	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	3	1,90	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12
19	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	5	2,35	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,37	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12
20	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,14	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35
21	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,14	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35
22	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,90	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12
23	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,14	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35
24	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,37	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12
25	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,14	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	5	2,35
26	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,37	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87
27	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
28	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,14	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
29	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,37	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35
30	5	2,35	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,14	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87
JUMLAH	131	65,78	133	66,4	134	66,60	133	66,34	127	65,07	128	65,30	130	65,73	129	65,53	128	65,29	129	66,22	128	65,26	129	65,49	128	65,35	127	65,07	126	64,78	127	65,07
RATA-RATA	4,37	2,19	4,43	2,21	4,47	2,22	4,43	2,21	4,23	2,17	4,27	2,18	4,33	2,19	4,30	2,18	4,27	2,18	4,30	2,21	4,27	2,18	4,30	2,18	4,27	2,18	4,23	2,17	4,20	2,16	4,23	2,17

Tabel 46. Hasil Penilaian Uji Organoleptik Atribut Aroma

Panels	Kode Sampel																															
	300		699		201		191		704		110		933		408		815		800		212		369		111		666		407		312	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,37	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	6	2,55
2	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,37	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87
3	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,37	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12
4	4	2,12	4	2,12	2	1,58	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,90	3	1,87	4	2,12	2	1,58	2	1,58	4	2,12	3	1,87
5	2	1,58	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,14	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87
6	4	2,12	5	2,35	2	1,58	3	1,87	4	2,12	2	1,58	4	2,12	4	2,12	2	1,58	3	1,90	3	1,87	2	1,58	4	2,12	1	1,22	2	1,58	2	1,58
7	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	2	1,58	2	1,58	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,90	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	4	2,12	3	1,87
8	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,14	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87
9	6	2,55	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	5	2,37	4	2,12	4	2,12	4	2,12	6	2,55	5	2,35	5	2,35
10	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,37	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
11	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,90	2	1,58	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87
12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,90	3	1,87	2	1,58	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
13	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,37	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12
14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,90	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87
15	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,14	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	4	2,12	4	2,12
16	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,90	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12
17	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87
18	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,90	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35
19	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,37	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35
20	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,14	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87
21	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,90	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35
22	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,90	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
23	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,14	5	2,35	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12
24	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,90	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35
25	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,14	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87
26	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,90	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12
27	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87
28	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,90	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12
29	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,90	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87
30	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
JUMLAH	117	62,64	116	62,5	112	61,41	115	62,23	112	61,49	111	61,15	119	63,20	119	63,20	113	61,69	113	62,43	111	61,24	114	61,91	112	61,49	111	60,92	113	61,71	113	61,64
RATA-RATA	3.90	2.09	3.87	2.08	3.73	2.05	3.83	2.07	3.73	2.05	3.70	2.04	3.97	2.11	3.97	2.11	3.77	2.06	3.77	2.08	3.70	2.04	3.80	2.06	3.73	2.05	3.70	2.03	3.77	2.06	3.77	2.05

Tabel 47. Hasil Penilaian Uji Organoleptik Atribut Rasa

Panelis	Kode Sampel																															
	300		699		201		191		704		110		933		408		815		800		212		369		111		666		407		312	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	5	2,35	3	1,87	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,37	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12
2	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,14	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35
3	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,14	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87
4	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,14	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35
5	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,37	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12
6	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35
7	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,37	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12
8	6	2,55	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,37	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	5	2,35
9	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,14	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12
10	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,37	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35
11	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	6	2,55	5	2,35	3	1,90	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87
12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	2	1,58	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,37	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35
13	4	2,12	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	5	2,35	4	2,14	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12
14	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,90	4	2,12	6	2,55	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35
15	6	2,55	6	2,55	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,14	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12
16	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	6	2,55	5	2,37	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12
17	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,90	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35
18	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,14	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12
19	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,14	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87
20	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	5	2,37	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12
21	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,90	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35
22	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,14	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87
23	6	2,55	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,37	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12
24	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,90	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87
25	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	6	2,55	5	2,35	3	1,87	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12
26	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,90	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35
27	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	6	2,55	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,14	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12
28	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,37	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	5	2,35
29	3	1,87	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12
30	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,14	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35
JUMLAH	125	64,51	129	65,5	125	64,57	128	65,21	126	64,88	124	64,31	126	64,76	127	65,03	125	64,56	124	65,08	126	64,82	127	65,08	125	64,63	124	64,38	124	64,38	127	65,07
RATA-RATA	4,17	2,15	4,30	2,18	4,17	2,15	4,27	2,17	4,20	2,16	4,13	2,14	4,20	2,16	4,23	2,17	4,17	2,15	4,13	2,17	4,20	2,16	4,23	2,17	4,17	2,15	4,13	2,15	4,13	2,15	4,23	2,17

Tabel 48. Hasil Penilaian Uji Organoleptik Atribut Tekstur

Panelis	Kode Sampel																															
	300		699		201		191		704		110		933		408		815		800		212		369		111		666		407		312	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,37	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12
2	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,14	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87
3	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87
4	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,90	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	2	1,58
5	2	1,58	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	4	2,14	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87
6	4	2,12	2	1,58	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,14	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58
7	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,14	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87
8	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,90	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87
9	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,37	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35
10	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,14	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12
11	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,90	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87
12	2	1,58	4	2,12	2	1,58	2	1,58	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	2	1,58	2	1,61	2	1,58	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35
13	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	2	1,58	2	1,58	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,90	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	3	1,87
14	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,90	2	1,58	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12
15	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,90	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87
16	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,14	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12
17	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,90	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87
18	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,14	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35
19	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	2	1,58	4	2,12	3	1,90	5	2,35	4	2,12	3	1,87	2	1,58	4	2,12	4	2,12
20	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,37	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35
21	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,14	3	1,87	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12
22	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,14	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12
23	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,90	3	1,87	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87	4	2,12
24	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,37	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87
25	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	3	1,87	3	1,90	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87
26	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,90	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	3	1,87	4	2,12
27	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	2	1,58	4	2,12	4	2,14	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	5	2,35
28	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,90	3	1,87	3	4,00	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87
29	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	2	1,58	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	3	1,90	2	1,58	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12
30	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,90	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87	3	1,87
JUMLAH	107	60,16	108	60,5	107	60,20	109	60,70	107	60,25	109	60,74	108	60,42	107	60,13	108	60,48	108	61,23	106	59,91	107	62,46	105	59,82	106	59,97	107	60,33	108	60,42
RATA-RATA	3,57	2,01	3,60	2,02	3,57	2,01	3,63	2,02	3,57	2,01	3,63	2,02	3,60	2,01	3,57	2,00	3,60	2,02	3,60	2,04	3,53	2,00	3,57	2,08	3,50	1,99	3,53	2,00	3,57	2,01	3,60	2,01

Lampiran 8. Hasil Verifikasi Formula Optimal

Tabel 49. Hasil Verifikasi % Inhibisi Aktivitas Antioksidan

Kode Sampel	ppm	Absorbansi Sampel	% Inhibisi
Formula Optimal	0	0,85	0,00
	200	0,715	15,88
	400	0,625	26,47
	600	0,337	60,35
	800	0,289	66,00

Tabel 50. Hasil Verifikasi IC50 Aktivitas Antioksidan

Kode sampel	y	a	b	ppm (IC50)
Stroberi	50	1,5529	0,0882	67,607

Perhitungan:

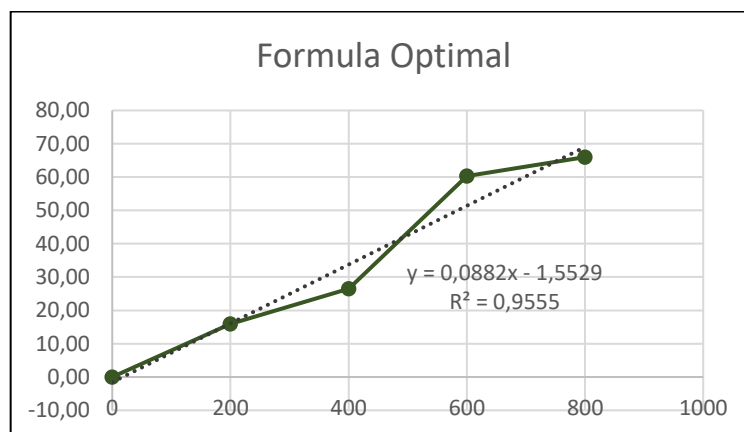
$$a. \text{ Inhibisi (\%)} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

$$200 = \frac{0,850 - 0,715}{0,850} \times 100\% = 15,88\%$$

$$400 = \frac{0,850 - 0,625}{0,850} \times 100\% = 26,47\%$$

$$600 = \frac{0,850 - 0,337}{0,850} \times 100\% = 60,35\%$$

$$800 = \frac{0,850 - 0,289}{0,850} \times 100\% = 66,00\%$$



Gambar 30. Grafik Persamaan Linier Formula Optimal

b. Persamaan Regresi Linier: $Y = a + bx$: $y = (-1,5529) + 0,0882x$

c. IC50 Menggunakan Regresi Linier: $x = 50 - \frac{(-1,5529)}{0,0882} = 67,607$ ppm

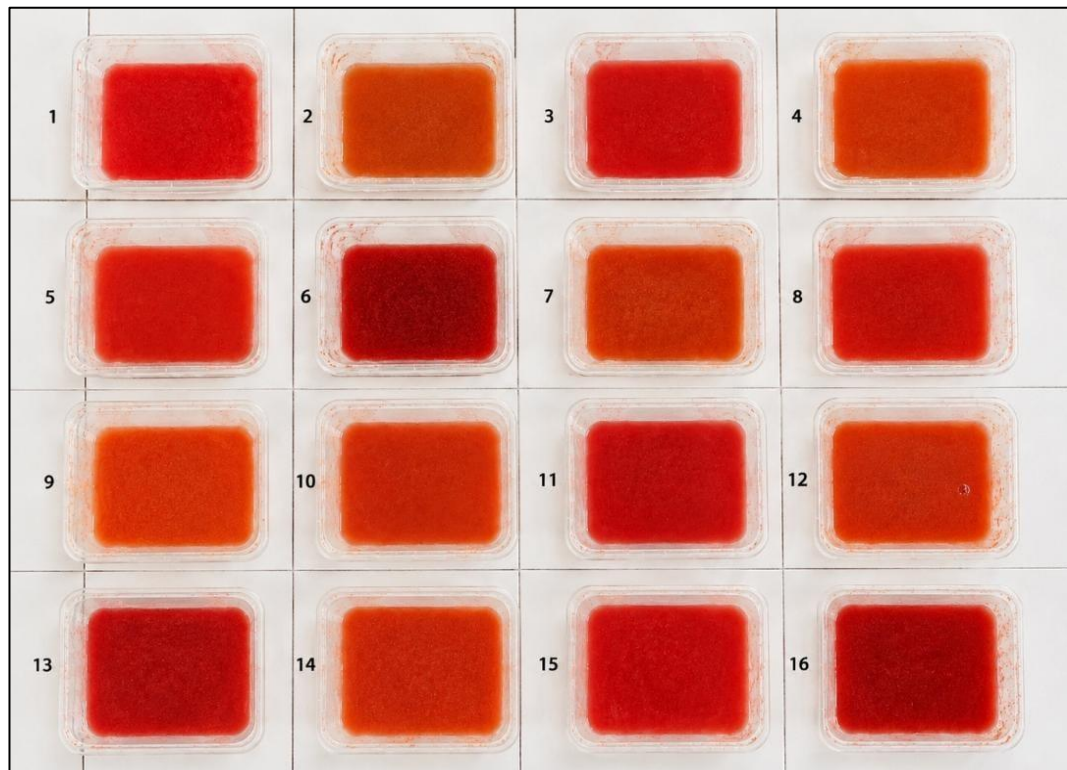
Tabel 51. Hasil Verifikasi Total Padatan Terlarut dan Nilai pH

Total Padatan Terlarut	Nilai pH
2,3	5,49

Lampiran 9. Hasil Uji Organoleptik Formula Optimal

Tabel 52. Hasil Uji Orgnoleptik Formula Optimal

Panelis	Formula Optimal							
	Warna		Aroma		Rasa		Tekstur	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	6	2,55	5	2,35	4	2,12	4	2,12
2	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
3	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35
4	5	2,35	5	2,35	4	2,12	4	2,12
5	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87
6	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12
7	6	2,55	4	2,12	4	2,12	3	1,87
8	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12
9	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87
10	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12
11	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87
12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12
13	4	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87
14	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12
15	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87
16	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87
17	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87
18	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12
19	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87
20	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12
21	3	1,87	3	1,87	5	2,35	3	1,87
22	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12
23	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87
24	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12
25	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12
26	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87
27	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87
28	5	2,35	4	2,12	4	2,12	4	2,12
29	3	1,87	3	1,87	3	1,87	4	2,12
30	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87
Jumlah	128	65,23	114	62,00	126	64,93	107	60,36
Rata-rata	4,27	2,17	3,80	2,07	4,20	2,16	3,57	2,01

Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian Utama

Gambar 31. Dokumentasi Produk Seluruh Formulasi



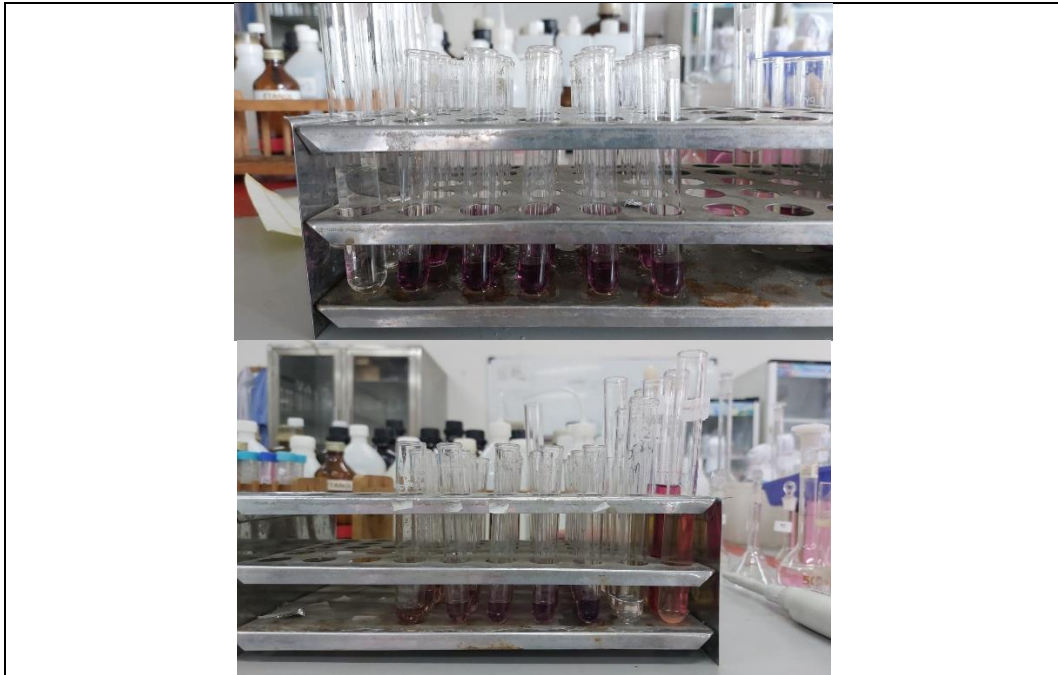
Gambar 32. Dokumentasi Uji Organoleptik



Gambar 33. Dokumentasi Proses Maserasi Sampel Menggunakan Metanol



Gambar 34. Dokumentasi Proses Evaporasi



Gambar 35. Dokumentasi Pengujian Aktivitas Antioksidan Metode DPPH



Gambar 36. Dokumentasi Pengujian Total Padatan Terlarut Menggunakan *Hand Refractometer*



Gambar 37. Dokumentasi Pengujian Nilai pH Menggunakan pH Meter