

**PENGARUH KONSENTRASI LEMON (*Citrus limon*) TERHADAP PH,
TOTAL PADATAN TERLARUT, DAN MUTU SENSORI GULA CAIR
NIRA AREN**

(Skripsi)

Oleh

**Wanda Rahma Azzahra
2114051036**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

THE EFFECT OF LEMON CONCENTRATION (*Citrus limon*) ON PH, TOTAL SOLUBLE SOLIDS, AND QUALITY OF SENSORY OF THE LIQUID SUGAR PALM SAP

By

WANDA RAHMA AZZAHRA

Palm sugar is unique compared to other types of sugar because it has a low glycemic index and a distinctive flavor and aroma. Liquid palm sugar has various advantages such as a quick, practical solution, and a more attractive appearance. The prospect of using palm liquid sugar was high potential, as the demand for natural and healthy sweeteners increases. The use of natural food additives such as lemon chunks in the manufacture of palm liquid sugar can be done to improve sensory quality with a variant of sour taste and improve the physiological function of palm liquid sugar products. The purpose of this study was to determine the effect of adding different concentrations of lemon chunks on the sensory properties of palm liquid sugar and to determine the concentration of lemon chunks that produces palm liquid sugar with the best sensory properties. The research was conducted with a non-factorial Randomized Complete Group Design (RCGD) consisting of 6 levels with 4 replications. The factors used were lemon chunks concentration, namely F0 (0% lemon), F1 (5% lemon), F2 (10% lemon), F3 (15% lemon), F4 (20% lemon), and F5 (25% lemon). The results showed that the addition of lemon pieces affected the pH, total soluble solids, and sensory properties of palm liquid sugar. The best treatment for palm liquid sugar is the F2 (lemon 10%) with a brix value of 62.630 brix, pH 5.52, lightness 50.63, a* 4.50, b* 15.58, color score 2.8; sweetness score 3.6; sourness score 2.9; bitter aftertaste 2.6; aroma score 3; and appearance score 4.4.

Keywords: lemon, palm liquid sugar, sensory.

ABSTRACT

PENGARUH KONSENTRASI LEMON (*Citrus limon*) TERHADAP pH, TOTAL PADATAN TERLARUT, DAN MUTU SENSORI GULA CAIR NIRA AREN

Oleh

WANDA RAHMA AZZAHRA

Gula aren memiliki keunikan tersendiri dibandingkan dengan jenis gula lainnya karena memiliki indeks glikemik rendah dan citarasa serta aroma harum yang khas. Gula cair aren memiliki berbagai keuntungan seperti cepat larutan praktis, dan tampilan lebih menarik. Prospek penggunaan gula cair aren sangat potensial, seiring meningkatnya permintaan akan pemanis alami dan sehat. Penggunaan bahan tambahan pangan alami seperti potongan lemon pada pembuatan gula cair aren dapat dilakukan untuk meningkatkan mutu sensori dengan adanya varian rasa asam serta meningkatkan fungsi fisiologis produk gula cair aren. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi potongan lemon yang berbeda terhadap sifat sensori gula cair aren serta mengetahui konsentrasi potongan lemon yang menghasilkan gula cair aren dengan sifat sensori terbaik. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) secara non faktorial yang terdiri dari 6 taraf dengan 4 kali ulangan. Faktor yang digunakan berupa konsentrasi potongan lemon yaitu F₀ (lemon 0%), F₁ (lemon 5%), F₂ (Lemon 10%), F₃ (Lemon 15%), F₄ (Lemon 20%), dan F₅ (Lemon 25%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan potongan lemon berpengaruh terhadap, pH, total padatan terlarut, dan sifat sensori gula cair aren. Gula cair aren perlakuan terbaik adalah perlakuan F₂ (lemon 10%) dengan nilai brix 62,63⁰ brix, pH 5,52, *lightness* 50,63, a* 4,50, b* 15,58, skor warna 2,8; skor manis 3,6; rasa asam 2,9; *aftertaste* pahit 2,6; skor aroma 3; dan skor penampakan/penampilan 4,4.

Kata kunci: gula cair aren, lemon, sensori.

**PENGARUH KONSENTRASI LEMON (*Citrus limon*) TERHADAP PH,
TOTAL PADATAN TERLARUT, DAN MUTU SENSORI GULA CAIR
NIRA AREN**

Oleh

Wanda Rahma Azzahra

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

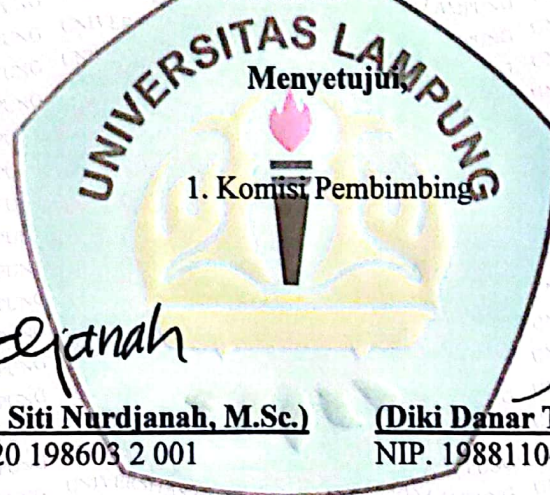
Judul Skripsi : **PENGARUH KONSENTRASI LEMON (*Citrus limon*) TERHADAP, PH, TOTAL PADATAN TERLARUT, DAN MUTU SENSORI GULA CAIR NIRA AREN**

Nama : **Wanda Rahma Azzahra**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2114051036

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Seljanah

(Prof. Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.)
NIP. 19620720 198603 2 001

(Diki Danar Tri Winanti S.T.P M.Si.)
NIP. 19881104 201903 2 014

Mengetahui,

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

[Signature]

(Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA.)
NIP. 19721006 199803 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Peguji

Ketua : Prof. Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.

Siti Nurdjanah

Sekretaris : Diki Danar Tri Winanti, S.T.P., M.Si.

Diki Danar Tri Winanti

Penguji Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si.

Samsul Rizal



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kusyanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 19641118 198902 1 002

Kusyanta Futas Hidayat

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 5 Juni 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Wanda Rahma Azzahra

NPM : 2114051036

Dengan ini saya menyatakan bahwa seluruh isi dari karya ilmiah ini merupakan hasil pemikiran dan kerja saya sendiri, yang disusun berdasarkan pengetahuan serta informasi yang telah saya peroleh. Karya ilmiah ini tidak memuat isi yang telah dipublikasikan sebelumnya dan bukan merupakan hasil plagiarisme dari karya orang lain.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan sepenuhnya dapat saya pertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya tindakan kecurangan dalam penyusunan karya ini, saya bersedia untuk menerima segala konsekuensi yang berlaku.

Bandar Lampung, 20 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Wanda Rahma Azzahra

NPM. 2114231005

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung Tengah pada 11 April 2003 sebagai anak dari Bapak Joko Purwono dan Ibu Sri Sulistyani. Pendidikan dasar ditempuh di SDN 1 Sidoarjo (2009 - 2015), kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Baradatu (2015 – 2018), dan menyelesaikan pendidikan Menengah Atas di SMAN 1 Kotagajah (2018 – 2021). Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari – Februari tahun 2024, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjung Agung, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Pada bulan Juli – Agustus tahun 2024, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Suhita Lebah Indonesia, Jl. Purnawirawan 1 lingkungan II, Kecamatan Langkapura, Kota Bandar Lampung, dengan judul “Mempelajari Proses Produksi dan Pengemasan Madu *Heterotrigona itama* di PT. Suhita Lebah Indonesia”.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian sebagai Anggota Bidang Dana dan Usaha dan mengikuti organisasi Sains dan Teknologi Universitas Lampung (SAINTEK UNILA) sebagai Anggota Bidang Hubungan dan Masyarakat. Selain itu, penulis juga pernah menjadi Asisten Praktikum mata kuliah Uji Sensori (2024).

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil 'alamin. Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Lemon (*Citrus limon*) Terhadap pH, Total Padatan Terlarut, dan Mutu Sensori Gula Cair Nira Aren” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran, kritik, dan evaluasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan banyak bantuan, pengarahan, bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis selama penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Diki Danar Tri Winanti, S.T.P., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan banyak bantuan, pengarahan, bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis selama penelitian hingga penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu Ir. Otik Nawansih, M.P. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran, kritik, dan evaluasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, serta staff administrasi dan laboratorium di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Bapak Joko Purwono S.Pt., M.M. dan Ibu Sri Sulistyani selaku kedua orang tua penulis yang tiada henti memberikan dukungan, kasih sayang, do'a, dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Hersan Pratama Ashari, Anisa Pardini, Alyaa Khairunnisaa Yulian, Jihan Allya Syahar, Hanifah Septiana Putri, dan Riza Andriantha, yang selalu menemani, membantu, mendukung, serta mengingatkan penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Selvi dan Aliefuddin Yusuf Mubaroq selaku teman seperjuangan dan seperbimbingan yang telah menemani, membantu, mendukung, serta menjadi tempat berkeluh kesah penulis selama penelitian.
11. Dita Melia Sari, selaku sahabat yang selalu mendukung, mengingatkan, dan memotivasi penulis selama penelitian dan penyelesaian skripsi ini.
12. Teman-teman angkatan 2021 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas segala informasi, dukungan, serta kebersamaannya selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
14. Terakhir, terimakasih untuk diri sendiri, Wanda Rahma Azzahra, karena telah mampu berusaha keras dan berjuang dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin skripsi ini.

Penulis berharap semoga Allah SWT. membalas segala kebaikan yang telah diberikan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, 2 Juni 2025

Penulis

Wanda Rahma Azzahra

2114051036

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tanaman Aren (<i>Arenga pinata</i> Merr).....	7
2.2 Nira Aren	9
2.3 Gula Cair	11
2.4. Faktor yang Mempengaruhi Mutu Sensori Gula Cair	12
2.5 Jeruk Lemon (<i>Citrus limon</i> L.).....	15
2.5.1 Kandungan Lemon (<i>Citrus limon</i>).....	16
2.5.2 Jenis Lemon	18
III. METODE PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Bahan dan Alat	20
3. 3 Metode Penelitian.....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian	21
3.4.1 Pembuatan Potongan Lemon	21
3.4.2 Pembuatan Gula Cair Aren	22
3.5 Pengamatan	24
3.5.1 Derajat Keasaman (pH)	24
3.5.2 Total Padatan Terlarut/ Derajat Brix	24
3.5.3 Uji Warna L*, a*, b*	25

3.5.4 Uji Sensori Skoring.....	25
3.5.5 Penentuan Perlakuan Terbaik	43
3.5.6 Uji Perlakuan Terbaik.....	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1 Total Padatan Terlarut/ Derajat Brix	46
4.2 pH (Derajat Keasaman)	47
4.3 Pengujian Sensori Skoring	49
4.3.1 Warna.....	49
4.3.2 Rasa Manis.....	50
4.3.3 Rasa Asam	52
4.3.4 <i>Aftertaste</i> Pahit.....	53
4.3.5 Aroma	54
4.3.6 Penampakan/Penampilan.....	56
4.4 Warna L*, a*, b*	57
4.5 Penentuan Perlakuan Terbaik	59
4.5.1 Uji Hedonik Berpasangan	60
4.5.2 Hasil Uji Aktivitas Antioksidan	63
V. KESIMPULAN.....	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar mutu gula palma berdasarkan SNI 3743:2021.....	12
2. Perbedaan kandungan buah lemon lokal dengan lemon impor.....	18
3. Formulasi gula cair aren dengan penambahan potongan lemon	21
4. Kuesioner wawancara calon panelis	26
5. Kuesioner uji segitiga warna.....	28
6. Kuesioner uji segitiga rasa manis.....	29
7. Kuesioner uji segitiga rasa asam.....	30
8. Kuesioner uji segitiga <i>aftertase</i> pahit.....	31
9. Kuesioner uji segitiga aroma.....	32
10. Kuesioner pelatihan panelis	34
11. Kuesioner uji rangking parameter rasa manis.....	36
12. Kuesioner uji rangking parameter rasa asam	37
13. Kuesioner uji rangking parameter <i>aftertaste</i> pahit.....	38
14. Kuesioner uji rangking parameter aroma.....	39
15. Kuesioner uji rangking parameter penampilan/penampakan.....	40
16. Kuesioner uji skoring gula cair nira aren	41
17. Kuesioner uji hedonik	44
18. Hasil uji lanjut BNJ 5% pada parameter derajat brix gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda	46
19. Hasil uji lanjut BNJ 5% pH gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda	48

20. Hasil uji lanjut BNJ 5% skoring warna gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda.....	49
21. Hasil uji lanjut BNJ 5% skoring rasa manis gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda.....	51
22. Hasil uji lanjut BNJ 5% skoring rasa asam gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda.....	52
23. Hasil uji lanjut BNJ 5% skoring <i>aftertaste</i> pahit gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda.....	53
24. Hasil uji lanjut BNJ 5% skoring aroma gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda.....	55
25. Hasil uji lanjut BNJ 5% skoring penampilan gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda.....	56
26. Hasil uji lanjut BNJ 5% <i>lightness</i> , a^* , dan b^* gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda.....	57
27. Rekapitulasi penentuan perlakuan terbaik dengan metode De Garmo gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda .	60
28. Hasil uji hedonik berpasangan antara gula cair aren perlakuan terbaik dengan gula cair komersial	61
29. Hasil uji aktivitas antioksidan perlakuan terbaik gula cair aren dan perlakuan kontrol	63
30. Hasil pengamatan brix gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	75
31. Uji Bartlett brix gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	75
32. Analisis ragam brix gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	76
33. Uji lanjut BNJ brix gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	76
34. Hasil pengamatan pH gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	76
35. Uji Bartlett pH gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	77
36. Analisis ragam pH gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	77
37. Uji lanjut BNJ pH gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	78
38. Hasil pengamatan uji skoring warna gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	78

39. Analisis ragam uji skoring warna gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	78
40. Uji lanjut BNJ uji skoring warna gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	79
41. Hasil pengamatan uji skoring rasa manis gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	79
42. Analisis ragam uji skoring rasa manis gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	79
43. Uji lanjut BNJ uji skoring rasa manis gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	80
44. Hasil pengamatan uji skoring rasa asam gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	80
45. Analisis ragam uji skoring rasa asam gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	80
46. Uji lanjut BNJ uji skoring rasa asam gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	81
47. Hasil pengamatan uji skoring <i>aftertaste</i> pahit gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	81
48. Analisis ragam uji skoring <i>aftertaste</i> pahit gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	81
49. Uji lanjut BNJ uji skoring <i>aftertaste</i> pahit gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	82
50. Hasil pengamatan uji skoring aroma gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	82
51. Analisis ragam uji skoring aroma gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	82
52. Uji lanjut BNJ uji skoring aroma gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	83
53. Hasil pengamatan uji skoring penampakan/penampilan gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda.....	83
54. Analisis ragam uji skoring penampakan/penampilan gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda.....	83
55. Uji lanjut BNJ uji skoring penampakan/penampilan gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda.....	84
56. Hasil pengamatan <i>lightness</i> gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	84
57. Uji Bartlett <i>lightness</i> gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	84

58. Analisis ragam <i>lightness</i> gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	85
59. Uji lanjut BNJ <i>lightness</i> gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	85
60. Hasil pengamatan a* gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	85
61. Uji Bartlett a* gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	86
62. Analisis ragam a* gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	86
63. Uji lanjut BNJ a* gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	87
64. Hasil pengamatan b* gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	87
65. Uji Bartlett b* gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	87
66. Analisis ragam b* gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	88
67. Uji lanjut BNJ b* gula cair aren pada berbagai konsentrasi lemon yang berbeda	88
68. Data uji De Garmo gula cair aren	89
69. Hasil rekapitulasi uji efektivitas dan produktivitas De Garmo	89
70. Rekapitulasi uji hedonik berpasangan.....	89
71. Hasil rata-rata uji hedonik berpasangan.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman aren	8
2. Lemon	16
3. Diagram alir proses pembuatan potongan lemon.....	22
4. Proses pembuatan gula cair aren dengan penambahan lemon	23
5. Pemasakan nira menjadi gula cair.....	91
6. Pemotongan buah lemon	91
7. <i>Blanching</i> buah lemon.....	91
8. Pengeringan lemon.....	92
9. Pengirisan lemon.....	92
10. Penimbangan gula cair	92
11. Penimbangan potongan lemon	92
12. Penambahan potongan lemon	92
13. Gula cair perlakuan F0-F5	92
14. Pengukuran brix	92
15. Pengukuran pH.....	92
16. Pengujian warna	92
17. Seleksi panelis.....	93
18. Evaluasi panelis.....	93
19. Sampel uji skoring	93
20. Pengujian skoring.....	93
21. Sampel uji hedonik.....	93
22. Pengujian hedonik.....	93
23. Sampel gula cair	93

24. Pengujian antioksidan	93
25. Sampel uji antioksidan	93

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Tanaman aren (*Arenga pinata* Merr) adalah salah satu komoditi agroindustri yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Tanaman aren dapat dijumpai hampir di semua daerah Indonesia. Menurut Direktorat Jendral Perkebunan (2022), total luas area tanaman aren di Indonesia sekitar 63.244 hektar. Tanaman aren dapat tumbuh subur di hampir seluruh jenis tanah. Selain itu, pemeliharaan dan perawatannya tidak sulit karena masih belum dibudidayakan dan cenderung tumbuh liar (Dharmayani dkk, 2023). Tanaman ini potensial karena hampir seluruh bagian dari tanaman dapat digunakan dan bernilai ekonomi, seperti bagian fisik pohon (daun, batang, akar) maupun dari hasil-hasil produksinya seperti buah, pati, dan nira aren. Nira aren merupakan salah satu sumber bahan pangan dalam pembuatan gula berupa cairan hasil dari metabolisme pohon aren yang diperoleh dari penyadapan tangkai bunga jantan. Pohon aren dapat disadap 2 kali sehari dan menghasilkan 3-10 liter nira dengan kandungan gula sekitar 10-15%. Nira aren sering diolah menjadi minuman beralkohol, etanol, dan gula (Assah dan Indriaty, 2018).

Gula aren memiliki keunikan tersendiri dibandingkan dengan jenis gula lainnya (gula tebu dan gula bit). Gula aren memiliki kandungan sukrosa kurang lebih 84% dengan nilai indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan dengan gula tebu (Kurniawan dkk., 2018). Selain itu, gula aren memiliki aroma yang lebih harum dan kaya akan unsur mikro (P, Mg, Si, Cl, Na, Ca, dan K) serta antioksidan (Sarkar et al., 2023). Selain itu, gula aren memiliki citarasa khas dibandingkan

dengan jenis gula palma lain, sehingga sering digunakan sebagai campuran makanan dan minuman untuk memperkaya cita rasa yang dihasilkan (Indriyani dan Kuntariati, 2023). Gula aren terbagi atas tiga jenis, yaitu gula cetak, gula semut, dan sirup gula atau gula cair. Secara tradisional, masyarakat mengolah nira aren menjadi gula merah cetak atau gula semut yang berbentuk kristal. Gula merah cetak dan gula semut aren memiliki keunggulan karena berbentuk padat dan butiran, sehingga pengemasan dan transportasi menjadi praktis. Namun, gula merah berbentuk padat dan cukup keras sehingga tidak efisien bagi konsumen karena perlu mengiris dan melarutkannya terlebih dahulu ketika akan digunakan. Selain itu, pengolahan gula merah dan gula semut tidak lebih efisien bagi produsen karena waktu yang lebih lama untuk menguapkan air pada nira dibandingkan dengan gula cair (Setiawan, 2020).

Gula cair memiliki berbagai keuntungan seperti lebih mudah diproses karena cepat larut, praktis, tampilan lebih menarik, dan tidak mengkristal (Ratna dan Yulistiani, 2015). Pengkristalan pada gula dapat terjadi ketika proses penguapan air pada nira dilakukan sampai kondisi lewat jenuh. Gula cair dapat diolah sama seperti pada pembuatan gula merah cetak. Namun, proses pembuatan gula cair dihentikan sebelum gula mulai mengkristal atau ketika nira pada kondisi mendekati jenuh, tepatnya saat nira sudah mendidih dan muncul buih meluap berwarna kuning kecoklatan (Leyla, 2014). Penggunaan gula cair dalam industri pangan sering digunakan sebagai bahan pemanis seperti produk buah-buahan kaleng, selai, permen, *jelly*, minuman kemasan, dan berbagai minuman *coffeshop*. Penggunaan gula cair lebih efisien karena dapat larut lebih cepat dibandingkan gula pasir, sehingga membantu proses produksi menjadi lebih cepat dan efisien (Kusuma dkk., 2022).

Prospek penggunaan gula cair aren dalam industri pangan sangat potensial untuk dikembangkan, seiring meningkatnya permintaan akan pemanis alami dan sehat. Salah satu pengembangan yang dapat dilakukan adalah mengembangkan produk gula cair aren dengan meningkatkan mutu sensorinya. Penggunaan bahan tambahan alami seperti potongan lemon menjadi salah satu strategi yang dapat

dilakukan. Kombinasi ini tidak hanya memperkaya varian rasa, tetapi juga meningkatkan fungsi fisiologis pada gula cair aren. Buah lemon mengandung asam sitrat sekitar 6% yang dapat menciptakan aroma dan rasa asam yang khas. Vitamin C yang terkandung dalam buah lemon dapat meningkatkan antioksidan dalam produk yang dihasilkan (Arpi dkk., 2018). Selain mengandung vitamin C, lemon juga mengandung zat gizi essensial seperti karbohidrat (zat gula dan serat pangan), kalium, kalsium, folat, thiamine, niacin, magnesium, vitamin B6, ribovlavin, fosfor, asam, tembaga, dan senyawa fisikokimia sehingga penambahannya pada makanan dan minuman memiliki potensi yang menyehatkan (Nizhar, 2012). Meskipun potensi lemon sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan citarasa berbagai minuman sudah diketahui, namun belum ada penelitian mengenai pengaruh penambahan potongan lemon terhadap mutu sensori gula cair aren.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi potongan lemon yang berbeda terhadap sifat sensori gula cair aren.
2. Mengetahui konsentrasi potongan lemon yang menghasilkan gula cair aren dengan sifat sensori terbaik.

1.3 Kerangka Pemikiran

Gula aren menjadi salah satu alternatif pemanis makanan maupun minuman selain gula pasir. Gula aren lebih baik dibanding gula yang dibuat dari bahan lain karena mengandung kalori rendah serta nutrisi yang lebih baik dibandingkan gula tebu (Arziyah dkk., 2022). Kandungan yang ada pada gula aren kaya manfaat karena adanya riboflavin, tiamin, *nicotinic acid*, dan protein. Gula yang berasal dari nira aren juga memiliki kalori dan indeks glikemik lebih rendah dari gula

tebu yaitu sebesar 368 kal dan 35 (golongan indeks glikemik rendah), sedangkan kalori dan indeks glikemik gula tebu sebesar 394 kal dan 58 (golongan indeks glikemik sedang) (Kurniawan dkk., 2018).

Gula cair merupakan larutan kental, tidak berwarna, dan memiliki rasa manis. Bentuk gula cair yang berupa cairan diperoleh dari nira yang dipekatkan. Menurut Rika (2019) gula cair aren (*Arenga pinata* Merr.) memiliki kandungan glukosa dan maltosa yang membuat rasa manis pada gula cair aren. Bahan tambahan pangan dapat digunakan pada pembuatan gula cair untuk meningkatkan citarasa, memperbaiki kualitas daya simpan, dan menjaga kandungan gizi (Haloho dan Handoko, 2023). Salah satunya adalah penelitian oleh Virdayanti dkk. (2022) pembuatan gula aren cair dengan penambahan sari jahe merah menghasilkan rasa, warna, dan aroma gula cair yang berpengaruh nyata pada setiap perlakuan.

Gula cair yang dikenal memiliki citarasa yang manis dapat diinovasikan dengan adanya varian rasa seperti rasa asam. Rasa asam dapat diciptakan dengan penambahan bahan yang mengandung asam sitrat seperti lemon (Saragih dkk., 2017). Lemon (*Citrus limon* L.) mempunyai rasa dan aroma menyegarkan dan sering digunakan sebagai bahan tambahan pada minuman. Asam sitrat sekitar 6% yang terkandung dalam lemon dapat menciptakan aroma dan rasa asam yang khas. Asam sitrat pada lemon dapat berfungsi sebagai penyegar, pewangi, dan pencegahan perubahan warna pada bahan (Nainggolan dkk., 2023). Asam sitrat dan komponen volatil pada lemon juga turut berperan memberi rasa dan aroma (*flavor*) asam khas. Menurut Karabagias (2017) komponen volatil yang paling banyak ditemui dalam lemon yaitu senyawa limonen sebesar 53,56%. Senyawa flavonoid seperti limonoid (limonin) dan *flavanone neohesperidoside* (naringin) pada kulit buah lemon, khususnya bagian albedo kulit buah juga dapat menyebabkan *aftertaste* pahit yang khas.

Menurut Virdayanti dkk. (2022) perlu adanya penambahan perlakuan pada pembuatan gula cair aren seiring dengan meningkatnya konsumsi dan penggunaan gula aren di masyarakat karena kandungan kimia dasar pada gula cair aren yang

minim akan vitamin dan sifat fisiologis lainnya. Penambahan buah lemon yang mengandung vitamin C dan antioksidan yang tinggi cenderung akan melengkapi manfaat dari gula aren cair ketika dikonsumsi. Tanaman ini memiliki manfaat antioksidan alami karena adanya kandungan vitamin C, asam sitrat, minyak atsiri, eriositin, naringin, narigenin, hesperidin, bioflavonoid pada kulit buah lemon seperti limonen (70%), α -terpinen, α -pinen, β -pinen, kumarin, tanin dan polifenol (Krisnawan dkk., 2017). Menurut Puspitasari (2019), dalam 100 g perasan sari lemon mengandung kadar vitamin C sebanyak 66 mg. Vitamin C termasuk ke dalam vitamin larut air yang bermanfaat dalam memperbaiki kekebalan tubuh, meningkatkan penyerapan nutrisi lain, serta menjaga sel yang terdapat dalam tubuh (Fitriyana, 2017). Vitamin C dengan kadar tinggi ini dapat meningkatkan antioksidan dalam produk yang dihasilkan (Arpi dkk., 2018). Berdasarkan penelitian Puspitasari (2019) diperoleh nilai IC_{50} perasan daging buah lemon pada rentang 50 – 100 ppm yaitu sebesar 76,83 ppm sehingga aktivitas antioksidan dikatakan kuat. Aktivitas antoksidan pada lemon mampu meredam paparan radikal bebas yang dapat memicu berbagai penyakit degeneratif dan kronis seperti kanker, stroke, radang usus, penyumbatan pembuluh darah, dan penuaan dini pada tubuh (Kartikawati dan Yudi, 2019).

Buah lemon biasanya digunakan bulirnya saja untuk dijadikan sari buah. Penambahan potongan lemon pada pembuatan gula cair aren merupakan upaya untuk memanfaatkan seluruh bagian buah lemon yang berkhasiat bagi tubuh. Kulit lemon yang jarang dimanfaatkan memiliki komponen volatil paling banyak yang didominasi oleh senyawa limonen (19,7 mg/g), *citral* (11,3 mg/g), dan β -*pinene* (3,6 mg/g). Komponen volatil ini dapat berfungsi meningkatkan flavor alami, khususnya aroma (Permana dkk., 2023). Beberapa senyawa fitokimia dan antioksidan seperti alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, karatenoid, antrakuinon, terpen, resin, fenol, dan steroid juga ada di dalam kulit lemon (Verdiana dkk., 2018). Vitamin C yang terkandung di dalam kulit lemon lebih tinggi dibandingkan sari lemon. Hasil penelitian Verdiana dkk. (2018) menunjukkan bahwa vitamin C pada kulit lemon mencapai 77,64 mg/g sampel. Hal tersebut

juga membuat aktivitas antioksidan yang kuat pada kulit jeruk dengan nilai IC_{50} sebesar 64,48 ppm (Febiana, 2021).

Penambahan potongan lemon dalam pembuatan gula cair aren dapat menjadi salah satu cara untuk mengembangkan gula cair aren. Potongan lemon dapat memberikan variasi rasa asam yang berasal dari kandungan asam sitrat dalam lemon, serta memperkaya fungsi fisiologis gula cair karena adanya komponen bioaktif pada lemon. Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Nisa dkk. (2021), penambahan sari lemon sebanyak 5% pada pembuatan sirup cascara dapat meningkatkan rasa sirup cascara dan menghasilkan warna, rasa, dan aroma yang sangat disukai. Penelitian oleh Saragih dkk. (2017) pada sirup ubi jalar dengan penambahan sari lemon konsentrasi 10%, 15%, 20%, dan 25% menghasilkan sirup ubi jalar terbaik dan paling disukai panelis pada konsentrasi 10%. Penelitian yang dilakukan oleh Arpi dkk. (2018) juga menyatakan bahwa penambahan lemon dengan konsentrasi 20% dapat memperbaiki cita rasa pada minuman fungsional sehingga minuman lebih disukai oleh panelis. Penelitian terkait gula cair dari nira aren dengan penambahan potongan lemon belum dilakukan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian terkait sifat sensori sirup gula cair dari nira aren dengan penambahan potongan lemon pada konsentrasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% yang diharapkan dapat dihasilkan gula cair aren dengan mutu sensori terbaik.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Terdapat pengaruh konsentrasi potongan lemon terhadap sifat sensori gula cair aren.
2. Terdapat konsentrasi potongan lemon yang menghasilkan gula cair aren dengan sifat sensori terbaik.

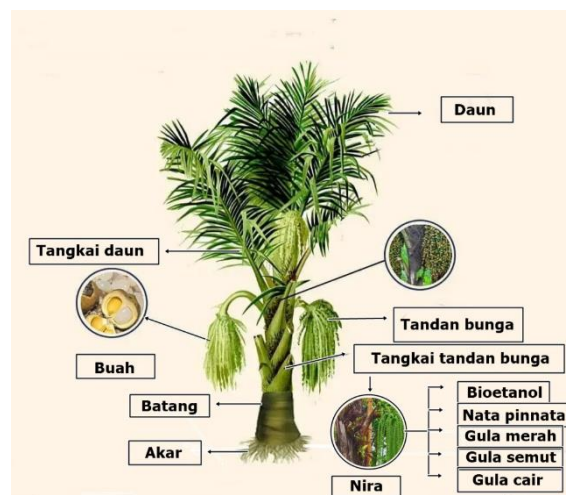
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr)

Tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr.) atau pohon enau termasuk dalam keluarga pinang-pinangan (*Aracaceae*) yang secara alami tumbuh menyebar di berbagai negara kepulauan bagian tenggara, seperti Indonesia, Vietnam, Laos, India, Philipina, dan Myanmar. Tanaman ini merupakan jenis tanaman palma asli kawasan kepulauan Indo-Melayu dan menyebar ke berbagai daerah Indonesia, termasuk pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, Maluku, dan Papua (Ruslan dkk., 2018). Salah satu komoditi hasil hutan bukan kayu ini dapat dijumpai di hutan ataupun perkebunan masyarakat, umumnya tumbuh liar di berbagai lokasi seperti lembah, lereng bukit, dataran rendah, dan pegunungan hingga ketinggian 1.400 meter di atas permukaan laut. Akarnya yang dapat mencapai kedalaman 6-8 meter ini sangat efektif untuk menyimpan air dan menahan erosi (Marwah dkk., 2020). Gambar tanaman aren disajikan pada Gambar 1.

Menurut Ruslan dkk. (2018), klasifikasi dari tanaman aren meliputi:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Arcales
Famili	: Arecaceae
Genus	: <i>Arenga</i>
Spesies	: <i>Arenga pinnata</i>



Gambar 1. Tanaman aren.

Tanaman aren tumbuh tegak dan tinggi dengan tinggi dapat mencapai 15 m, memiliki batang bulat berwarna hijau kecokelatan, daunnya berbentuk menyirip dengan warna hijau tua, sementara bunga terdiri dari bunga jantan yang berkumpul dalam satu tongkol sepanjang 1-1,2 cm. Bunga betina pada tongkol yang berbeda memiliki bentuk bulat dan terdiri dari tiga bakal buah berwarna kuning keputihan. Biji buah aren mengandung kristal Ca-oksalat, yang dapat menyebabkan iritasi dan rasa gatal jika bersentuhan dengan kulit. Tanaman aren mulai berbunga setelah berumur sekitar 7-10 tahun (Sebayang, 2016).

Tanaman aren memiliki masa produksi antara 15-29 tahun. Tanaman aren dapat mulai berproduksi pada usia 7 tahun jika dirawat dengan baik yang ditandai dengan munculnya mayang bunga pada pelepah atau bekas pelepah daun (Ruslan dkk., 2018). Tanaman aren cukup unik karena memiliki nilai ekonomis yang menjanjikan, mulai dari akar hingga pelepahnya. Daun tanaman aren dapat dimanfaatkan sebagai atap rumah, sapu ijuk, sapu lidi dan corong. Batang kerasnya dapat digunakan sebagai bahan pembuatan peralatan rumah tangga atau konstruksi, sedangkan bagian dalam batang merupakan sumber karbohidrat dan dapat diolah menjadi tepung sagu. Buah aren yang masih muda digunakan untuk membuat makanan kolang-kaling.

Tangkai bunga jantan aren dapat disadap cairannya dan menghasilkan nira aren, sedangkan bunga betina akan tetap menghasilkan buah dan biji. Manaroinsong dkk (2018) menyatakan bahwa penyadapan dapat dilakukan setelah 70 hari sejak bunga jantan muncul dari ketiak daun. Pohon aren siap disadap pada usia 7 hingga 12 tahun, tergantung pada jenisnya, dengan waktu penyadapan terbaik antara usia 8 hingga 9 tahun. Jumlah mayang jantan setiap tandan dapat mempengaruhi jumlah nira yang dihasilkan. Tandan atau mayang jantan pertama cenderung berpotensi memproduksi nira lebih banyak (Ruslan dkk., 2018).

2.2 Nira Aren

Nira merupakan cairan manis yang diperoleh dari jenis tanaman tebu-tebuan dan tanaman palma. Nira dari tanaman palma dapat diperoleh melalui penyadapan tandan buah aren. Proses penyadapan dilakukan dua kali sehari, yaitu pagi dan sore, dengan rata-rata jumlah sadapan pada satu pohon yaitu 3 mayang dengan produktifitas hasil sadapan untuk satu hari berkisar 20-25 liter. Kualitas nira yang baik akan menghasilkan gula dengan kualitas yang tinggi juga. Kualitas nira yang dihasilkan dapat tergantung pada beberapa faktor, seperti waktu penyadapan, curah hujan, dan produktivitas tanaman.

Nira yang disadap pada pagi hari memiliki pH dan kadar sukrosa yang lebih rendah dibandingkan dengan nira yang disadap pada sore hari. Hal ini disebabkan oleh penguapan yang lebih besar terjadi di siang hari dibandingkan malam hari. Nira aren yang disadap pada pagi hari juga biasanya lebih banyak dibandingkan dengan yang disadap pada sore hari (Prasmatiwi, 2022). Hal ini juga berkaitan dengan proses metabolisme pada tanaman berupa fotosintetis. Proses fotosintetis pada tanaman aren aktif selama siang hari mengubah air, karbon dioksida, klorofil, dan cahaya matahari menjadi zat organik seperti gula (glukosa) yang kemudian disimpan di dalam jaringan tanaman. Proses fotosintetis mulai menurun saat sore hari, tetapi gula telah tersimpan dan masih belum digunakan secara optimal. Sedangkan di pagi hari, terjadi proses asimilasi berupa energi

yang dihasilkan dari proses fotosintesis digunakan untuk pertumbuhan, respirasi, dan proses fisiologis lainnya (Harahap dkk., 2024). Hal ini menyebabkan kadar gula dalam nira lebih tinggi pada sore hari, dan lebih sedikit pada sore hari.

Selain waktu penyadapan, beberapa faktor lain juga memengaruhi produktivitas nira, seperti curah hujan, produktivitas tanaman, dan kesuburan tanah. Produksi nira aren dihitung dari jumlah tandan bunga yang muncul. Tandan bunga mulai tumbuh pada usia 9 tahun dan pertumbuhan akan mulai menurun seiring bertambahnya usia tanaman aren. Semakin banyak jumlah tandan bunga pada tanaman aren, maka semakin banyak nira yang dihasilkan. Selain itu, selama musim hujan, jumlah nira yang dihasilkan akan lebih banyak, tetapi kandungan gulanya cenderung lebih rendah, sehingga rasa nira menjadi kurang manis (Hutami dkk., 2023).

Nira segar akan terasa manis, beraroma khas, serta tampak jernih. Rasa manis pada nira karena adanya kandungan karbohidrat hingga 11,28% yang tersusun atas sukrosa, glukosa, fruktosa, dan maltosa. Kandungan gula pada nira aren dapat mencapai 10-15%, sehingga dapat digunakan untuk membuat minuman ringan, minuman beralkohol (tuak/legen), nata, etanol, dan sirup gula (Wahyuni dkk., 2021). Nira aren mengandung berbagai zat gizi seperti 91,1% air, 8,21% karbohidrat, 0,41% protein, dan 0,28% abu. Berdasarkan hasil penelitian Putri dkk. (2021), nira aren juga mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti fenol, alkaloid, saponin, dan triterpenoid.

Menurut Hasanah (2016), komponen terbesar yang ada dalam nira aren adalah air, berkisar 75-90%. Kandungan tersebut merupakan komponen penting yang dapat mempengaruhi kualitas nira. Kadar air tinggi dan adanya sukrosa membuat nira aren rentan terhadap kerusakan akibat serangan mikroorganisme. Kerusakan pada nira dapat berupa rasanya masam, berbusa, dan berlendir. Kadar gula pada nira juga tidak cukup tinggi untuk menghambat pertumbuhan mikroba, bahkan dapat menjadi sumber pangan yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Nira yang baru menetes dari tandan bunga memiliki pH sekitar 7, tetapi pengaruh lingkungan

sekitarnya dapat menyebabkan nira mudah terkontaminasi dan terfermentasi secara alami, sehingga berubah menjadi asam (Dharmayani dkk., 2023).

2.3 Gula Cair

Gula cair atau sirup glukosa merupakan salah satu bahan pemanis berbentuk cairan kental, tidak berwarna dan tidak berbau. Gula cair mengandung glukosa, maltosa, dan polimer glukosa lainnya (Rika, 2019). Sirup glukosa merupakan golongan monosakarida yang diperoleh dari pemurnian pati dengan cara hidrolisis dan dikatalis menggunakan asam atau enzim sehingga berbentuk larutan kental. Gula cair yang beredar di pasaran umumnya berasal dari tanaman jagung atau biasa disebut *High Fructose Syrup*, namun dapat juga berasal dari tanaman talas, tapioka, sagu dan sumber pati lainnya. Gula cair atau sirup glukosa memiliki komponen utama berupa glukosa dan konsentrasinya dapat berbeda-beda tergantung pada proses produksinya. Gula cair dapat mengandung sekitar 70-80% glukosa atau bahkan lebih (Varucha *et al.*, 2016).

Selain gula cair yang berasal dari hasil hidrolisis pati, terdapat juga gula cair yang berasal dari hasil pemekatan nira dari tanaman tebu atau tanaman palma seperti kelapa dan aren. Gula palma memiliki standar mutu sebagai acuan standarisasi kualitas. Standar mutu gula palma disajikan pada Tabel 1. Nira aren memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan gula cair. Hal ini karena nira aren mengandung total gula sekitar 10-15% dengan glukosa sekitar 1-10%. Pembuatan gula cair ini lebih sederhana yaitu dengan memanaskan atau menguapkan nira di dalam panci terbuka di atas tungku berbahan kayu bakar dengan suhu tidak lebih dari 100°C atau menggunakan kompor. Selama proses pemanasan, nira diaduk secara terus menerus hingga didapatkan cairan pekat berwarna coklat kental dengan total padatan terlarut 65 brix (Phetrit *et al.*, 2020). Penguapan dilakukan untuk menurunkan kadar air nira sehingga padatan terlarutnya meningkat (Sakinah, 2016).

Gula cair mulai sering digunakan pada industri makanan dan minuman karena bentuknya yang cair dan mudah larut sehingga penggunaannya lebih praktis. Apabila diaplikasikan pada produk pangan glukosa dapat mencegah kerusakan mikrobiologis dan memperbaiki tekstur permen, dapat membuat tekstur kue tidak mudah retak, serta dapat meningkatkan kehalusan tekstur pada es krim karena dapat menekan titik beku (Suripto dkk., 2013). Meskipun begitu, gula cair dapat berpotensi dalam meningkatkan gula darah apabila dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan dan kurang nutrisi tambahan karena tidak mengandung nutrisi seperti serat, vitamin, maupun mineral (Varucha *et al.*, 2016).

Tabel 1. Standar mutu gula palma berdasarkan SNI 3743:2021

No	Kriteria Uji	Satuan	Cetak	Serbuk/Granula/ Kristal
1	Keadaan			
	1.1 Warna	-	normal (coklat muda sampai coklat tua)	
	1.2 Bau	-	normal (khas gula palma)	
	1.3 Rasa	-	normal (khas gula palma)	
2	Ukuran partikel	mm	-	maks. 1,41
3	Bahan tidak larut air	fraksi masa (%)		maks. 1,0
4	Kadar abu	fraksi masa (%)		maks. 2,5
5	Kadar air	fraksi masa (%)	maks. 10,0	maks. 3,0
6	Gula reduksi	fraksi masa (%)	maks. 5,0	maks. 3,0
7	Gula (dihitung sebagai sakarosa)	fraksi masa (%)	70-85	80-93
8	Cemaran logam berat			
	8.1 Timbal (Pb)	mm/kg		maks. 0,25
	8.2 Kadmium (Cd)	mm/kg		maks. 0,20
	8.3 Timah (Sn)	mm/kg		maks. 40
	8.4 Merkuri (Hg)	mm/kg		maks. 0,03
	8.5 Arsen (As)	mm/kg		maks. 1,0

Sumber: SNI 3743:2021.

2.4. Faktor yang Mempengaruhi Mutu Sensori Gula Cair

Mutu sensori merupakan sifat produk pangan yang diukur dengan proses penginderaan melalui penglihatan (mata), pencicipan (lidah), penciuman (hidung), perabaan (ujung jari tangan), dan/atau pendengaran (telinga). Mutu sensori

termasuk salah satu aspek penting dalam penilaian suatu produk karena secara langsung akan mempengaruhi persepsi konsumen terhadap kualitas produk. Mutu sensori dideskripsikan melalui atribut sensori diantaranya adalah warna, rupa, bentuk, rasa, dan tekstur (Tarwendah, 2017). Mutu sensori gula cair dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis dan kualitas nira, suhu dan waktu selama proses pemasakan, dan kadar air.

Gula cair biasanya diperoleh dari pemurnian pati dengan cara hidrolisis dan dikatalis menggunakan asam atau enzim sehingga berbentuk larutan kental. Gula cair yang beredar di pasaran umumnya berasal dari hasil hidrolisis pati jagung, talas, tapioka, sagu dan sumber pati lainnya. Gula cair juga dapat berasal dari hasil pemekatan nira dari tanaman tebu atau tanaman palma seperti kelapa dan aren. Kualitas nira yang baik akan menghasilkan gula dengan kualitas yang tinggi juga. Kualitas nira tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti waktu penyadapan, produktivitas nira, kesuburan tanah, dan curah hujan. Nira yang disadap pada pagi hari memiliki pH dan kadar sukrosa yang lebih rendah dibandingkan dengan nira yang disadap pada sore hari. Nira aren yang disadap pada pagi hari juga biasanya lebih banyak dibandingkan dengan yang disadap pada sore hari (Prasmatiwi, 2022). Jumlah nira yang dihasilkan ketika musim hujan akan lebih banyak, tetapi kandungan gulanya cenderung lebih rendah, sehingga rasa nira menjadi kurang manis (Hutami dkk., 2023).

Nira segar akan terasa manis, beraroma khas, serta tampak jernih. Akan tetapi, karakteristik nira dapat berbeda-beda tergantung pada jenis dan komposisi nira. Kadar gula yang berbeda-beda pada setiap jenis nira akan menghasilkan rasa manis yang berbeda-beda pula. Selain itu kandungan gizi dan senyawa metabolit lain pada setiap nira juga akan menghasilkan aroma khas yang berbeda-beda, sesuai dengan jenis tanaman dari nira. Nira aren yang segar mengandung 13,9-14,9% gula, 0,78% protein, 0,04% kadar abu, dan 0,02% kadar lemak (Ismail dkk., 2020). Berdasarkan hasil penelitian Putri dkk. (2021), nira aren juga mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti fenol, alkaloid, saponin, dan triterpenoid. Sedangkan nira tebu mengandung sukrosa sekitar 13-15%. Nira

tebu murni juga mengandung berbagai senyawa fitokimia seperti terpenoid, fenolik, flavonoid, dan sterol (Ali *et al.*, 2019). Sedangkan nira kelapa yang baru disadap mengandung sukrosa lebih tinggi, sekitar 15-18% sukrosa, kadar air 85,62%; gula pereduksi 0,04%, dan asam amino 0,17% (Kusuma dkk., 2022).

Pembuatan gula cair dilakukan dengan memanaskan atau menguapkan nira di dalam panci terbuka di atas tungku berbahan kayu bakar atau kompor dengan suhu tidak lebih dari 100°C sekitar 2-3 jam. Proses pemanasan nira dilakukan hingga didapatkan cairan pekat berwarna coklat kental dengan total padatan terlarut 65 brix (Phetrit *et al.*, 2020). Selama proses pemasakan, terjadi reaksi kimia berupa reaksi maillard (pencoklatan non-enzimatis) yang dapat mempengaruhi karakteristik sensori gula cair. Suhu dan waktu pemasakan perlu dikontrol untuk menjaga kualitas gula cair yang akan dihasilkan. Suhu pengolahan akan berpengaruh terhadap lama dan warna gula cair yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu pemanasan nira aren, maka semakin cepat waktu yang digunakan untuk mengolah nira aren menjadi gula cair dan menghasilkan warna gula cair yang lebih coklat gelap. Menurut hasil penelitian oleh Yulia dkk. (2025), gula cair aren perlakuan pada pemanasan 70, 80, dan 90°C memiliki warna yang lebih coklat cerah apabila dibandingkan dengan gula cair komersil (suhu pemanasan tidak terkontrol).

Menurut Phetrit *et al.* (2020) proses pemanasan nira pada pembuatan gula cair dilakukan sampai total padatan terlarut mencapai 65⁰brix. Menurut Fuadi dkk. (2023) sirup gula yang bersumber dari aren memiliki standar nilai total padatan terlarut sebesar 70⁰brix. Nilai padatan terlarut yang terlalu tinggi akan berdampak pada munculnya kristal yang tidak boleh terjadi pada produk gula cair.

Penguapan perlu dilakukan untuk menurunkan kadar air nira sehingga padatan terlarutnya meningkat (Sakinah, 2016). Total padatan terlarut digunakan untuk menunjukkan konsentrasi padatan yang dihitung sebagai gula. Semakin tinggi nilai total padatan terlarut, semakin besar pula jumlah gula yang terkandung dan terasa lebih manis (Soeswanto dkk., 2023). Selain itu, total padatan terlarut memiliki korelatif positif dan berbanding lurus dengan viskositas. Selama proses

pemasakan, akan terjadi penurunan kadar air dan peningkatan total padatan terlarut dan viskositas. Semakin rendah air yang tersedia akan berakibat pergerakan molekuler lebih lambat dan ditandai dengan kenaikan kekentalan atau viskositas yang berkontribusi terhadap tekstur dan bentuk gula cair (Fuadi dkk., 2023).

2.5 Jeruk Lemon (*Citrus limon* L.)

Menurut Lestari dkk. (2023), klasifikasi tanaman lemon adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida-Dicotyledon
Ordo	: Sapindales
Famili	: Rutaceae
Genus	: Citrus
Spesies	: <i>Citrus limon</i> (L.)

Jeruk lemon berasal dari Cina Selatan dan daerah Birma bagian Utara. Jeruk lemon telah tersebar dan berhasil dibudidayakan di Indonesia, terutama wilayah Jawa. Tanaman ini berkembang dengan baik di dataran rendah sampai ketinggian 800 meter di atas permukaan laut. Jeruk *Citrus* atau jeruk lemon (dari bahasa Belanda, *Citroen*) merupakan sejenis jeruk yang buahnya sering digunakan sebagai penyegar dan penyedap dalam banyak seni boga dunia (Astuti dkk., 2022). Meskipun demikian, masyarakat sering memanfaatkan buah lemon untuk membuat minuman dalam kehidupan sehari-hari (Saputra dan Sutrisno, 2022). Gambar buah lemon disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lemon

Jeruk lemon adalah salah satu tanaman berduri yang dapat tumbuh setinggi 10-20 kaki atau 3,05-6,09 m. Bentuk daun lemon oval dengan warna hijau gelap. Batangnya tersusun atas daun-daun. Jeruk lemon mengandung arglikosida menghasilkan aroma harum pada 5 kelopak bunganya yang berwarna putih. Jeruk lemon berwarna kuning kehijauan hingga kuning cerah berbentuk bundar dengan panjang 8-9 cm. Kulitnya cukup tebal dengan ukuran 7-12 cm. Buah lemon memiliki daging yang berbulir dengan warna kuning pucat dan terbagi dari 8-10 segmen. Jeruk lemon sangat mirip dengan jeruk nipis, hanya saja jeruk lemon berubah warna menjadi kuning ketika matang, sedangkan jeruk nipis tetap berwarna hijau. Selain itu, ukuran jeruk lemon juga lebih besar dibandingkan jeruk nipis (Chaturvedi *et al.*, 2016).

2.5.1 Kandungan Lemon (*Citrus limon*)

Buah lemon adalah salah satu buah yang kaya akan kandungan vitamin C dan antioksidan serta sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Haq dan Azis, 2024). Senyawa dalam buah lemon yang berperan sebagai antioksidan adalah vitamin C, flavonoid, fenolik, dan minyak atsiri. Kandungan minyak atsiri yang terkandung pada lemon berupa limonen yang memiliki aktivitas antibakteri. Kandungan vitamin C dan antioksidan yang tinggi pada lemon mampu menangkal dan menetralkan radikal bebas yang ada di dalam tubuh. Vitamin C pada buah lemon lebih tinggi dibandingkan pada jeruk nipis. Kandungan vitamin C pada buah lemon bermanfaat besar bagi kesehatan manusia. Kebutuhan vitamin C untuk tubuh pria sekitar 90 mg dan untuk tubuh wanita hanya sekitar 75 mg, tetapi

dalam setiap lemon sudah mengandung sekitat 60-100 mg vitamin C (Pramesti, 2020). Umumnya vitamin C pada kulit lemon lebih tinggi dibandingkan sari lemon, mencapai 77,64 mg/g sampel. Hal tersebut juga membuat aktivitas antioksidan yang kuat pada kulit jeruk dengan nilai IC_{50} sebesar 64,48 ppm (Febiana, 2021).

Senyawa bioaktif lain seperti limonoids, kumarin, asam fenol, karotenoid, terpenoid, dan tanin juga banyak ditemukan pada jeruk lemon (Indriani dkk., 2015). Senyawa-senyawa bioaktif tersebut juga berperan sebagai antioksidan dan antibakteri. Buah lemon juga kaya akan berbagai vitamin seperti vitamin C, A, B1, dan B2, serta kalsium, fosfat, pektin, geranil asetat, kumarins, linalil asetat, dan serat. Komposisi utama buah lemon adalah gula dan asam sitrat. Asam sitrat merupakan asam organik yang paling banyak ditemukan dalam jeruk lemon. Kadar asam sitrat dalam jeruk lemon sekitar 3,7%. Senyawa asam sitrat menghasilkan rasa asam dan dapat berperan sebagai anti bakteri karena terjadinya tingginya tingkat keasamaan pH. Selain menghasilkan rasa asam, asam sitrat ini dapat bersifat antibakteri karena memiliki kemampuan menurunkan pH internal sel bakteri sehingga pertumbuhan sel terhambat dan mengikat kation besi yang berada di membran luar bakteri sehingga membran tidak stabil (Mani-Lopez dkk., 2012).

Kandungan utama yang terdapat pada buah lemon adalah gula dan asam sitrat. Setiap 100 g buah lemon atau setara dengan dua buah ukuran sedang terkandung 29 kalori, 2,9 g gula alami, 1,1 g protein, 0,3 g lemak, dan 2,8 g serat. Beberapa komponen volatil juga ada dalam buah lemon. Komponen volatil buah lemon paling banyak berada pada kulitnya yang didominasi oleh senyawa limonen (19,7 mg/g), *citral* (11,3 mg/g), dan β -*pinene* (3,6 mg/g). Komponen volatil pada kulit lemon ini dapat berfungsi meningkatkan flavor alami, khususnya aroma serta meningkatkan kekebalan tubuh (Permana dkk., 2023).

Buah lemon sangat rentan terhadap suhu yang tinggi. Pengolahan lemon biasanya dapat menimbulkan rasa pahit dan getir pada produk yang dihasilkan. Rasa pahit

yang muncul ini dapat disebabkan oleh adanya senyawa flavonoid seperti limonoid (limonin) dan *flavanone neohesperidoside* (naringin) pada kulit buah lemon, khususnya bagian albedo kulit buah. Senyawa naringin menyebabkan rasa pahit ketika buah dikonsumsi segar, sedangkan senyawa limonin baru terasa pahit ketika lemon diproses melalui ekstraksi dan pemanasan. Senyawa limonin yang merupakan komponen utama limonoid akan membentuk rasa pahit ketika berada pada suhu 25-300°C (Fransiska dkk., 2023). Vitamin C yang terkandung pada buah lemon rentan rusak dan teroksidasi terhadap proses pemanasan atau temperatur tinggi. Hal ini karena suhu, cahaya, dan udara sekitar dapat mendegradasi vitamin C. Senyawa flavonoid seperti limonin pada kulit buah lemon juga dapat terkestrak dan membentuk rasa pahit pada suhu tinggi (Fransiska dkk., 2023).

2.5.2 Jenis Lemon

Buah lemon yang beredar di Indonesia biasanya terdiri dari dua jenis, yaitu lemon lokal dan lemon impor. Lemon lokal dan lemon impor memiliki perbedaan dari segi tampilan fisik maupun sensori. Lemon impor berukuran lebih besar, berwarna kuning cerah, dan daging buah lebih lembut dan kenyal, lemon impor memiliki rasa yang lebih tajam dan aroma lebih kuat. Sedangkan buah lemon lokal berukuran lebih kecil, berwarna kuning agak kehijauan, dan daging buah sedikit lebih keras. Lemon lokal cenderung memiliki rasa dan aroma yang lebih ringan. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh variasi komposisi kimia dan kandungan senyawa volatil yang mempengaruhi rasa dan aroma buah lemon. Perbedaan kandungan buah lemon lokal dengan impor disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbedaan kandungan buah lemon lokal dengan lemon impor

No.	Kandungan	Satuan	Lemon Lokal	Lemon Impor
1	Vitamin C	%	0,03	0,05
2	Flavonoid	mg	38,42	39,76
3	Aktivitas antioksidan	ppm	33,45	31,43

Perbedaan kadar komposisi kimia dan kandungan senyawa volatil antara lemon lokal dan lemon impor belum banyak diteliti secara spesifik. Namun, diketahui bahwa lemon lokal dan lemon impor memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Menurut penelitian oleh Amelia *et al.* (2024) diketahui bahwa sari buah dan kulit lemon impor memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat dibandingkan dengan lemon lokal. Suatu senyawa dianggap memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat jika nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm, kuat jika nilai IC_{50} berada antara 50 – 100 ppm, sedang jika nilai IC_{50} berada diantara 101 – 150 ppm, dan lemah jika nilai IC_{50} diantara 150 – 200 ppm. Penelitian tersebut menghasilkan aktivitas antioksidan sari buah lemon impor sebesar 31,43 ppm dan aktivitas antioksidan kulit lemon impor sebesar 15,89 ppm, sedangkan aktivitas antioksidan sari buah lemon lokal sebesar 33,45 ppm dan aktivitas antioksidan kulit lemon lokal sebesar 44,50 ppm. Lemon berfungsi sebagai antioksidan alami karena kandungan vitamin C, asam sitrat, minyak atsiri, bioflavonoid, polifenol, kumarin, dan flavonoid pada daging buah dan kulitnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Kurniawan (2018), yang menunjukkan bahwa lemon impor memiliki tingkat antioksidan lebih tinggi dibandingkan dengan lemon lokal, baik kulit maupun daging buahnya.

Perbedaan aktivitas antioksidan antara lemon impor dan lemon lokal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan yang dapat berperan sebagai antioksidan, salah satunya adalah flavonoid. Menurut Pravita dan Dhurhanian (2023), kadar flavonoid pada air perasan lemon impor lebih besar yaitu 39,76 mg, sedangkan kadar flavonoid pada air perasan lemon lokal sebesar 38,42 mg. Flavonoid juga merupakan salah satu senyawa yang turut berkontribusi terhadap aroma dan rasa buah, meskipun bukan senyawa volatil utama seperti limonen. Jeruk lemon lokal lebih disukai daripada jeruk lemon impor, sebagaimana ditunjukkan oleh sebuah penelitian yang dilakukan oleh Ulina (2020), menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada atribut harga dan kesegaran untuk lemon lokal dibandingkan dengan lemon impor (91,59 poin) berdasarkan atribut keseluruhan (harga, ketersediaan, rasa, dan aroma).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Februari sampai Mei 2025.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira aren sadapan sore hari yang diperoleh dari daerah Sukadana Ham, Kecamatan Tanjung Karang Barat, Kota Bandar Lampung, buah lemon lokal, aquades, larutan DPPH, dan etanol p.a 96%.

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah panci, kompor, spatula, termometer, pipet tetes, timbangan analitik, *jar* kaca ukuran 100 mL dan 25 mL, tabung reaksi 500 mL, gelas ukur 100 mL, labu ukur 250 mL, labu ukur 100 mL, batang pengaduk, refraktometer, pH meter, colorimeter (AMT 507), sentrifus, kuvet, dan spektrofotometer.

3. 3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun secara non faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dan pengulangan sebanyak 4 kali. Perlakuan berupa 6 taraf berupa penambahan potongan lemon dengan konsentrasi (0%). (5%), (10%),

(15%), (20%) dan (25%) (b/b) dengan total 24 unit percobaan. Formulasi gula cair aren dengan penambahan potongan lemon disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Formulasi gula cair aren dengan penambahan potongan lemon

Komponen	Formulasi					
	F0	F1	F2	F3	F4	F5
Gula cair aren (g)	100	100	100	100	100	100
potongan lemon (g)	0	5	10	15	20	25

Catatan: Formulasi potongan lemon dalam satuan g dihitung berdasarkan jumlah nira aren yang digunakan untuk pembuatan gula cair setiap perlakuan.

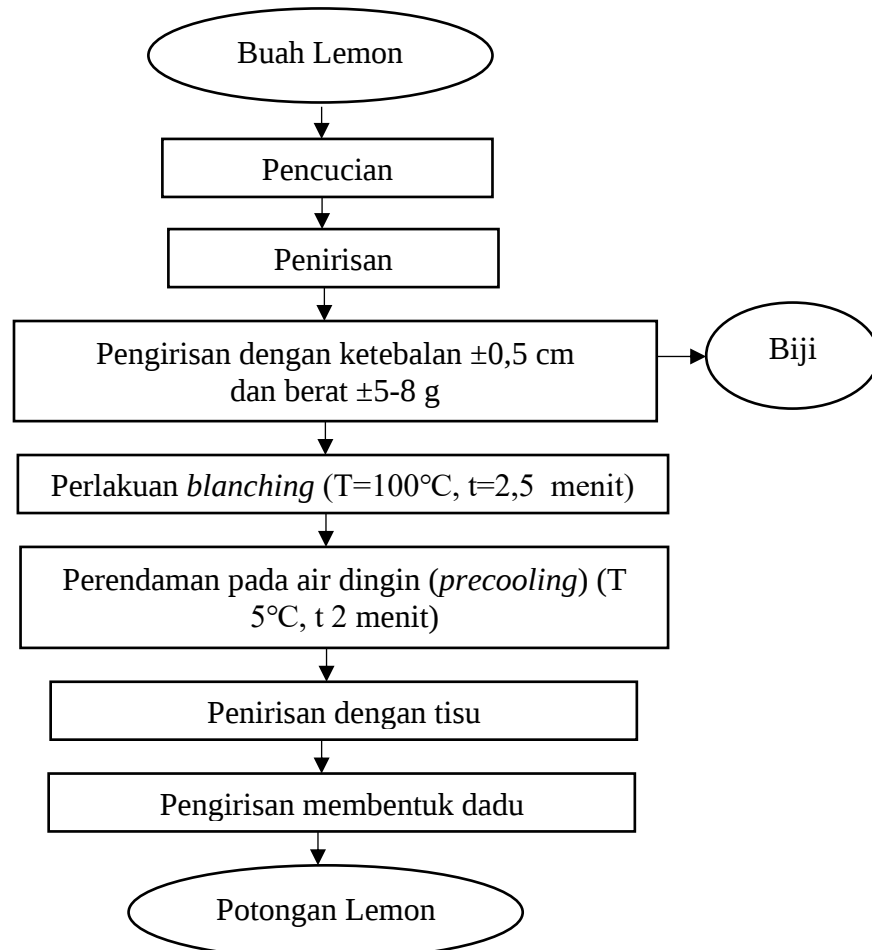
Parameter yang diamati adalah sensori skoring (rasa manis, rasa asam, *aftertaste* pahit, warna, aroma, penampilan dan penerimaan keseluruhan), pH, brix, serta dilanjutkan dengan sensori hedonik (warna, rasa, aroma, dan penerimaan keseluruhan) dan uji aktivitas antioksidan. Data yang diperoleh diuji keseragamannya dengan menggunakan uji Bartlett dan kemenambahan data dengan uji Tuckey, selanjutnya data diolah dengan sidik ragam (ANOVA) untuk mendapatkan penduga ragam galat dan mengetahui pengaruh perlakuan. Perlakuan yang dinyatakan berpengaruh nyata akan dianalisis menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Potongan Lemon

Pembuatan potongan lemon dilakukan dengan cara buah lemon dicuci bersih dan ditiriskan. Buah lemon lalu dipotong secara melintang dari salah satu ujung lemon dengan ketebalan $\pm 0,5$ cm dan berat $\pm 5-8$ g. Pemotongan setiap bulatan lemon dilakukan dengan ketebalan yang sama sampai habis. Bagian yang telah diiris dipisahkan dari bijinya. Potongan lemon selanjutnya diblanching dengan metode *steam blanching* pada suhu 100°C selama 2,5 menit. Potongan lemon yang telah diblanching selanjutnya dilakukan *precooling* atau perendaman pada air dingin

untuk menghentikan proses pemasakan selama ± 2 menit. Selanjutnya potongan lemon ditiriskan menggunakan tisu. Lemon yang telah kering diiris kecil-kecil membentuk dadu. Tahapan pembuatan potongan lemon disajikan pada Gambar 3.

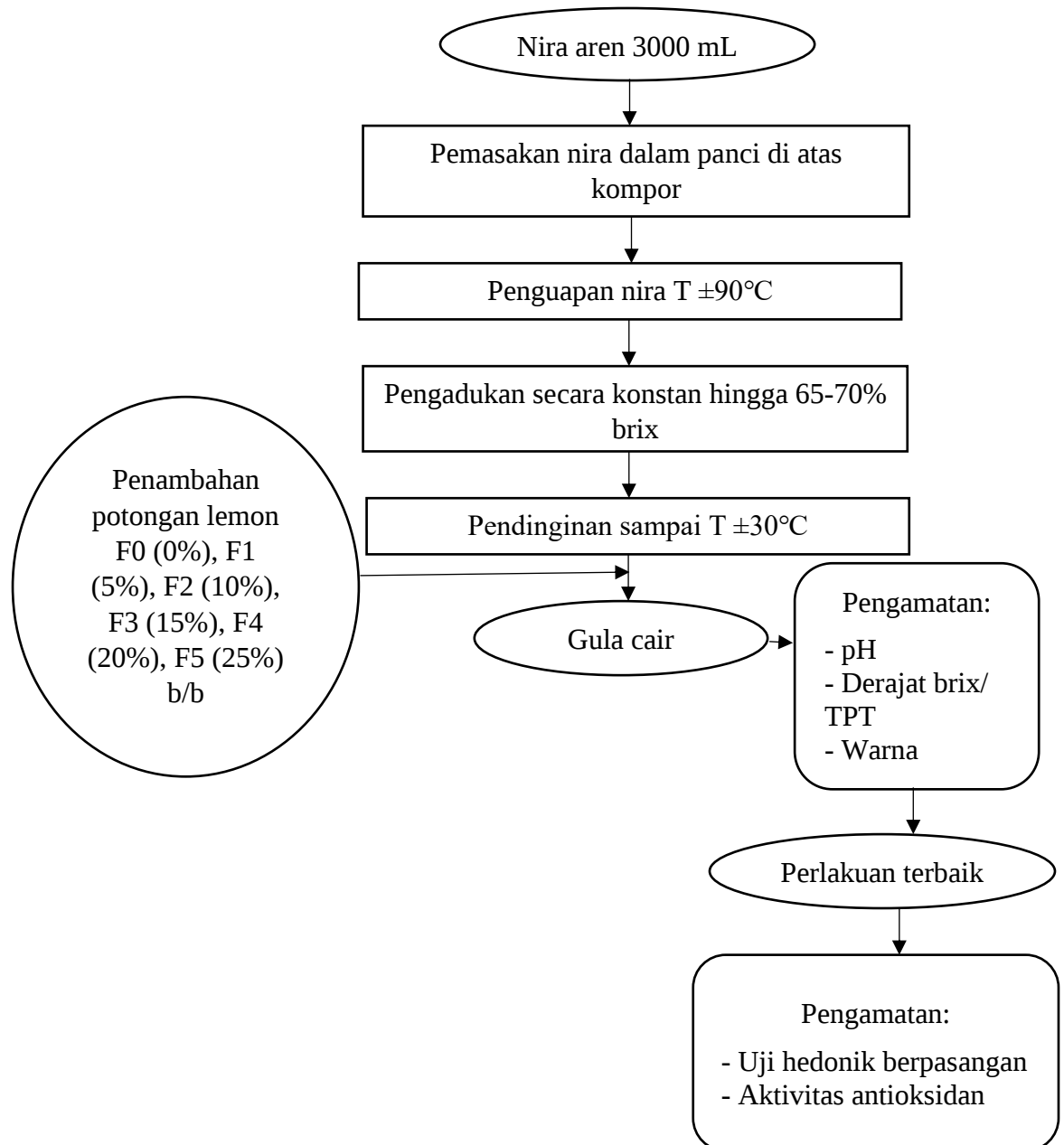


Gambar 3. Diagram alir proses pembuatan potongan lemon
Sumber: Nurhuda *et al.* (2013) yang dimodifikasi.

3.4.2 Pembuatan Gula Cair Aren

Pembuatan gula cair aren menggunakan nira dari aren dan ditambahkan potongan lemon dengan konsentrasi masing-masing 0% (F0), 5% (F1), 10% (F2), 15% (F3), 20% (F4), dan 25% (F5). Proses pembuatan gula cair aren dilakukan dengan cara memanaskan 3-4 L nira aren selama 2-3 jam. Proses pemasakan dilakukan dengan metode penguapan (evaporasi) menggunakan panci secara terbuka di atas

kompur. Suhu pemanasan ialah $\pm 90^{\circ}\text{C}$ dan diukur menggunakan termometer. Selama proses ini, pengadukan konstan dilakukan sehingga nira memperoleh panas yang merata. Proses pemanasan dihentikan ketika gula cair telah mencapai tingkat kepekatan 65-70⁰brix. Setelah itu, dilakukan penambahan potongan lemon sesuai perlakuan pada suhu 30°C. Proses pembuatan gula cair aren dengan penambahan potongan lemon disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses pembuatan gula cair aren dengan penambahan potongan lemon
Sumber : Nurdjanah *et al.* (2024) yang dimodifikasi.

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada gula cair aren penambahan lemon meliputi pengukuran derajat keasaman (pH), derajat brix, uji fisik warna menggunakan colorimeter, dan uji sensori menggunakan uji skoring (warna, rasa, aroma, dan penampakan/penampilan). Gula cair aren penambahan lemon perlakuan terbaik dilakukan uji aktivitas antioksidan dan uji sensori menggunakan uji hedonik (warna, rasa, aroma, dan penerimaan keseluruhan).

3.5.1 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran nilai pH menggunakan pH meter sesuai dengan prosedur AOAC (2016). Sampel yang diukur nilai pH memiliki suhu yang seragam. PH meter distandarisasi dengan menggunakan buffer standar pH 7 sebelum digunakan. Pengukuran dilakukan dengan cara membilas elektroda menggunakan aquades dan mengeringkannya dengan tisu. Sampel dimasukkan ke dalam gelas piala 100 mL lalu elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampel hingga tenggelam dan dibiarkan selama sekitar satu menit hingga angka yang stabil tercapai, lalu nilainya dicatat.

3.5.2 Total Padatan Terlarut/ Derajat Brix

Nilai derajat brix diukur menggunakan refraktometer. Pengukuran dilakukan pada suhu yang sama. Sebelum pengukuran derajat brix dilakukan, bagian prisma refraktometer dibersihkan dengan tisu atau kapas. Sampel diteteskan pada refraktometer sebanyak 2 (dua) tetes dibagian prisma, kemudian tutup knop prisma, lihat bagian lensa, putar knop yang terletak dibagian kanan refraktometer sampai kroma mengikat garis batas X, terakhir amati layar berwarna hijau pada refraktometer (Muenmanee *et al.*, 2016).

3.5.3 Uji Warna L^* , a^* , b^*

Uji warna pada gula cair aren penambahan lemon dilakukan dengan menggunakan alat colorimeter merek AMT 507. Pengujian warna dilakukan dengan sistem CIE-Lab yaitu mengukur warna kecerahan (L^*), kromatisasi merah ($+a^*$) atau hijau ($-a^*$), dan kromatis kuning ($+b^*$) atau kromatis biru ($-b^*$). Nilai L mengindikasikan tingkat kecerahan (*lightness*) dengan rentang nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih). Nilai a^* (*redness*) menyatakan cahaya pantul yang menunjukkan warna kromatik antara merah (0-80) dan hijau (0-(-80)). Sementara itu, untuk notasi b^* (*yellowness*) menyatakan warna kromatik antara kuning (0-70) dan biru (0-(-70)) (Sinaga, 2019). Nilai perbandingan dilakukan pada setiap nilai L^* , a^* dan b^* dari setiap perlakuan.

3.5.4 Uji Sensori Skoring

Pengujian skoring digunakan untuk melakukan penilaian terhadap warna, rasa, dan aroma dalam bentuk skala garis yang akan menghasilkan data interval. Uji skoring dilakukan menggunakan 8 panelis terlatih yang memiliki tingkat sensitivitas yang cukup baik. Tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan panelis terlatih terdiri dari wawancara, seleksi, pelatihan dan evaluasi.

1. Wawancara

Calon panelis sebanyak 25 orang melakukan wawancara secara tertulis untuk mendapatkan informasi langsung tentang calon panelis. Wawancara tertulis dilakukan dengan calon panelis mengisi beberapa pertanyaan dan tanda tangan dalam lembar kuesioner. Hasil kuesioner ini memberikan gambaran tentang kesediaan panelis untuk berpartisipasi dalam seluruh tahapan uji hingga selesai. Selain itu, kuesioner ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi atribut sensori gula cair aren yang dinilai. Panelis yang terlibat diharapkan memiliki kondisi indera yang baik, meliputi penglihatan, pengecap, dan penciuman, sehingga hasil pengujian lebih akurat. Informasi yang diperoleh dari kuesioner ini menjadi dasar

penting dalam proses wawancara lebih lanjut. Gambaran detail mengenai kuesioner wawancara disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kuesioner wawancara calon panelis

Kuesioner Wawancara Calon Panelis	
Hari, Tanggal :.....	
Nama Lengkap :.....	
Jenis Kelamin :.....	
No. Wa :.....	
Intruksi : Pilihlah jawaban pada setiap pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada setiap pertanyaan yang saudara pilih.	
1. Apakah saudara memiliki waktu luang antara bulan Januari sampai Maret dan bersedia mengikuti serangkaian tahap seleksi, pelatihan, dan pegujian skoring gula cair ketika terpilih menjadi panelis terlatih? ☐ Ya ☐ Tidak	4. Apakah saudara mempunyai kesulitan dalam membedakan warna tertentu dalam suatu objek? ☐ Ya ☐ Tidak
2. Apakah saudara pernah mengonsumsi gula cair? ☐ Ya ☐ Tidak	5. Apakah saudara sedang dalam kondisi hiposmia (menurunnya kemampuan untuk mendeteksi baru) ? ☐ Ya ☐ Tidak
3. Jika pernah, seberapa sering saudara mengonsumsi gula cair? ☐ Sangat jarang (kurang dari satu kali seminggu) ☐ Jarang (kurang dari tiga kali seminggu) ☐ Cukup (tiga kali seminggu) ☐ Sering (empat sampai tujuh kali seminggu) ☐ Sangat sering (lebih dari tujuh kali seminggu)	6. Apakah saudara seorang perokok aktif? ☐ Ya ☐ Tidak
	7. Apakah saudara memiliki gangguan kesehatan pada mulut : a) Gangguan indra pengecap ☐ Ya ☐ Tidak b) Gusi Bengkak ☐ Ya ☐ Tidak c) Sariawan ☐ Ya ☐ Tidak
Yang bertanda tangan dibawah ini	
(.....)	

2. Seleksi

Calon panelis harus memenuhi kriteria kesehatan indera penglihatan, pengecap, dan penciuman yang baik serta bersedia meluangkan waktu selama proses persiapan. Tahap seleksi dilaksanakan untuk mengukur sensitivitas indra calon panelis dalam menguji sampel menggunakan metode uji segitiga atau *triangle test*. Metode ini menilai kemampuan panelis dalam membedakan sampel yang hampir serupa berdasarkan warna coklat, rasa manis, rasa asam, rasa pahit, dan aroma lemon. Sampel warna coklat menggunakan teh yang dilarutkan dengan konsentrasi 1% dan 1,3%. Sampel rasa manis menggunakan larutan gula dengan konsentrasi 3,5% dan 5%, rasa asam menggunakan asam sitrat konsentrasi 0,2% dan 0,4%, dan rasa pahit menggunakan larutan kopi konsentrasi 5% dan 10%. Sampel aroma lemon menggunakan kulit jeruk konsentrasi 5% dan 10%. Setiap panelis menjalani 5 kali pengujian, setiap pengujian terdiri dari satu set sampel yang terdiri dari 3 sampel dengan 3 kode acak, dan diminta memilih sampel yang berbeda di antara ketiganya. Respon benar diberi nilai 1, sementara respon salah diberi nilai 0. Panelis dinyatakan lolos jika mencapai tingkat akurasi >60% dari total pengujian untuk setiap parameter. Panelis yang lolos seleksi akan mengikuti tahap pelatihan lebih lanjut. Kuesioner untuk uji segitiga ditampilkan pada Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9.

Tabel 5. Kuesioner uji segitiga warna

Kuesioner Uji Segitiga Warna		
Nama Panelis :..... Tanggal :..... Intruksi: Di hadapan saudara terdapat 3 sampel dimana terdapat 2 sampel yang sama dan 1 sampel berbeda. Identifikasi sampel secara berurutan dari kiri ke kanan. Tentukan sampel yang berbeda dengan memberi tanda ✓ pada kolom di samping kode sampel yang Anda pilih.		
Set	Kode Sampel	Sampel Berbeda
1	314	
	786	
	905	
2	396	
	649	
	544	
3	508	
	390	
	741	
4	893	
	784	
	157	
5	601	
	492	
	743	

Tabel 6. Kuesioner uji segitiga rasa manis

Kuesioner Uji Segitiga Rasa Manis		
Nama Panelis : Tanggal : Intruksi: Di hadapan saudara terdapat 3 sampel dimana terdapat 2 sampel yang sama dan 1 sampel berbeda. Identifikasi sampel secara berurutan dari kiri ke kanan. Tentukan sampel yang berbeda dengan memberi tanda ✓ pada kolom di samping kode sampel yang Anda pilih.		
Set	Kode Sampel	Sampel Berbeda
1	507	
	290	
	625	
2	915	
	853	
	631	
3	894	
	316	
	569	
4	527	
	382	
	176	
5	758	
	689	
	495	

Tabel 7. Kuesioner uji segitiga rasa asam

Kuesioner Uji Segitiga Rasa Asam		
Nama Panelis : Tanggal : Intruksi: Di hadapan saudara terdapat 3 sampel dimana terdapat 2 sampel yang sama dan 1 sampel berbeda. Identifikasi sampel secara berurutan dari kiri ke kanan. Tentukan sampel yang berbeda dengan memberi tanda ✓ pada kolom di samping kode sampel yang Anda pilih.		
Set	Kode Sampel	Sampel Berbeda
1	314	
	760	
	623	
2	345	
	743	
	118	
3	265	
	905	
	662	
4	417	
	290	
	583	
5	716	
	910	
	743	

Tabel 8. Kuesioner uji segitiga *aftertaste* pahit

Kuesioner Uji Segitiga <i>Aftertaste</i> Pahit		
Nama Panelis : Tanggal : Intruksi: Di hadapan saudara terdapat 3 sampel dimana terdapat 2 sampel yang sama dan 1 sampel berbeda. Identifikasi sampel secara berurutan dari kiri ke kanan. Tentukan sampel yang berbeda dengan memberi tanda ✓ pada kolom di samping kode sampel yang Anda pilih.		
Set	Kode Sampel	Sampel Berbeda
1	538	
	158	
	753	
2	632	
	857	
	946	
3	184	
	639	
	428	
4	731	
	526	
	486	
5	472	
	576	
	393	

Tabel 9. Kuesioner uji segitiga aroma

Kuesioner Uji Segitiga Aroma		
Nama Panelis : Tanggal : Intruksi: Di hadapan saudara terdapat 3 sampel dimana terdapat 2 sampel yang sama dan 1 sampel berbeda. Identifikasi sampel secara berurutan dari kiri ke kanan. Tentukan sampel yang berbeda dengan memberi tanda ✓ pada kolom di samping kode sampel yang Anda pilih.		
Set	Kode Sampel	Sampel Berbeda
1	968	
	407	
	372	
2	795	
	214	
	882	
3	684	
	632	
	455	
4	325	
	342	
	968	
5	445	
	393	
	576	

3. Pelatihan

Panelis yang lolos tahap seleksi diberikan pelatihan khusus untuk meningkatkan kemampuan dalam mengenali sampel yang akan diuji. Pelatihan ini bertujuan untuk memastikan panelis dapat melakukan pengujian secara akurat dan konsisten. Pelatihan dilakukan dengan memberikan penjelasan mengenai tugas-tugas yang harus dilakukan, cara menggunakan kuesioner, memahami karakteristik sampel, dan menyampaikan tanggapan dengan tepat kepada calon panelis. Pengujian dilakukan dengan skala penilaian pada sampel yang memiliki parameter serupa dengan produk, seperti rasa manis, rasa asam, *aftertaste* pahit, warna coklat, dan aroma khas lemon. Kuesioner yang digunakan dalam pelatihan disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kuesioner pelatihan panelis

Kuesioner Pelatihan Panelis	
Format Uji	: Uji Skala
Nama Panelis	:
Tanggal	:
Petunjuk	: Berilah tanda (X) pada garis skala dengan titik yang sesuai penilaian Anda
Warna	
	Kuning 1 Coklat 5
871	I-----I-----I-----I-----I
951	I-----I-----I-----I-----I
743	I-----I-----I-----I-----I
Rasa Manis	
	Tidak manis 1 Sangat manis 5
537	I-----I-----I-----I-----I
789	I-----I-----I-----I-----I
693	I-----I-----I-----I-----I
Rasa Asam	
	Tidak asam 1 Sangat asam 5
371	I-----I-----I-----I-----I
819	I-----I-----I-----I-----I
709	I-----I-----I-----I-----I
Aftertaste Pahit	
	Tidak pahit 1 Sangat pahit 5
270	I-----I-----I-----I-----I
582	I-----I-----I-----I-----I
620	I-----I-----I-----I-----I
Aroma	
	Tidak khas <i>citrus</i> 1 Sangat khas <i>citrus</i> 5
489	I-----I-----I-----I-----I
356	I-----I-----I-----I-----I
727	I-----I-----I-----I-----I

Penampakan/Penampilan				
	Padatan sangat mendominasi			Seimbang
	1			5
489	I	—	I	I
356	I	—	I	I
727	I	—	I	I

Keterangan Kenampakan:

Seimbang antara padatan & cairan	: 5
Padatan cukup	: 4
Padatan kurang	: 3
Padatan lebih dari cairan	: 2
Padatan sangat mendominasi	: 1

4. Evaluasi

Setelah dilakukan pelatihan, kemampuan panelis akan dievaluasi dengan menilai sampel menggunakan uji rangking. Sampel yang digunakan berupa gula cair dari nira aren dengan penambahan potongan lemon pada berbagai konsentrasi. Gula cair nira aren yang telah dilarutkan air dengan perbandingan gula cair dan air 1:2 sebanyak 15 mL dimasukkan ke masing-masing wadah yang telah diberikan label 3 angka acak dan air mineral. Tahap evaluasi akan dilakukan sebanyak 5 kali pengujian. Panelis diminta untuk merangking sampel berdasarkan tingkatannya, lalu panelis dengan benar minimal 4 akan dinyatakan lolos sebagai panelis terlatih. Kemudian panelis yang dinyatakan lolos dalam tahap ini akan melakukan uji skoring pada produk gula cair nira aren dengan penambahan lemon yang sebenarnya. Kuesioner yang digunakan dalam tahap evaluasi disajikan pada Tabel 11, Tabel 12, Tabel 13, Tabel 14, dan Tabel 15. Sedangkan kuesioner uji skoring gula cair nira aren penambahan lemon disajikan pada Tabel 16.

Tabel 11. Kuesioner uji rangking parameter rasa manis

Kuesioner Evaluasi Pelatihan Panelis Rasa Manis			
Nama Panelis :		Tanggal:	
Produk : Gula Cair Aren Lemon			
Intruksi : Urutkan tingkat kemanisan dari gula cair berikut dengan nilai 1 untuk yang sangat manis. Tuliskan kode sampel sesuai dengan tingkat kemanisan pada kolom yang tersedia dibawah ini.			
Set	Rangking		
	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			

Tabel 12. Kuesioner uji rangking parameter rasa asam

Kuesioner Evaluasi Pelatihan Panelis Parameter Rasa Asam			
Nama Panelis :		Tanggal:	
Produk : Gula Cair Aren Lemon			
Intruksi : Urutkan tingkat keasaman dari gula cair berikut dengan nilai 1 untuk yang sangat asam. Tuliskan kode sampel sesuai dengan tingkat keasaman pada kolom yang tersedia dibawah ini.			
Set	Rangking		
	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			

Tabel 13. Kuesioner uji rangking parameter *aftertaste* pahit

Kuesioner Evaluasi Pelatihan Panelis Parameter <i>Aftertaste</i>			
Nama Panelis :		Tanggal:	
Produk : Gula Cair Aren Lemon			
Intruksi : Urutkan tingkat <i>aftertaste</i> dari gula cair berikut dengan nilai 1 untuk yang <i>aftertaste</i> (sangat pahit). Tuliskan kode sampel sesuai dengan tingkat <i>aftertaste</i> (pahit) pada kolom yang tersedia dibawah ini.			
Set	Rangking		
	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			

Tabel 14. Kuesioner uji rangking parameter aroma

Kuesioner Evaluasi Pelatihan Panelis Parameter Aroma			
Nama Panelis :		Tanggal:	
Produk : Gula Cair Aren Lemon			
Intruksi : Urutkan tingkat aroma dari gula cair berikut dengan nilai 1 untuk aroma yang sangat khas <i>citrus</i>. Tuliskan kode sampel sesuai dengan tingkat aroma pada kolom yang tersedia dibawah ini.			
Set	Rangking		
	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			

Tabel 15. Kuesioner uji rangking parameter penampilan/penampakan

Kuesioner Evaluasi Pelatihan Panelis Parameter Penampakan/Penampilan			
Nama Panelis :		Tanggal:	
Produk : Gula Cair Aren Lemon			
Intruksi : Urutkan tingkat penampilan dari gula cair berikut dengan nilai 1 untuk penampilan yang memiliki padatan paling mendominasi. Tuliskan kode sampel sesuai dengan tingkat kenampakan/penampilan pada kolom yang tersedia dibawah ini.			
Set	Rangking		
	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			

Tabel 16. Kuesioner uji skoring gula cair nira aren

Kuesioner Uji Skoring				
Nama Panelis :		Tanggal:		
Produk : Gula Cair Aren Lemon				
Dihadapan saudara tersaji 6 sampel gula cair. Saudara diminta memberikan evaluasi sampel tersebut satu persatu yang terdiri dari warna, rasa, dan aroma. Beri tanda “X” pada titik yang sesuai dengan penilaian saudara.				
Warna				
	Kuning			Coklat
	1			5
871	I	—	I	I
951	I	—	I	I
743	I	—	I	I
537	I	—	I	I
693	I	—	I	I
489	I	—	I	I
Rasa Manis				
	Tidak manis			Sangat manis
	1			5
871	I	—	I	I
951	I	—	I	I
743	I	—	I	I
537	I	—	I	I
693	I	—	I	I
489	I	—	I	I
Rasa Asam				
	Tidak asam			Sangat asam
	1			5
871	I	—	I	I
951	I	—	I	I
743	I	—	I	I
537	I	—	I	I
693	I	—	I	I
487	I	—	I	I

Aftertaste pahit

	Tidak pahit		Sangat pahit
	1		5
871	I————I————I————I————I		
951	I————I————I————I————I		
743	I————I————I————I————I		
537	I————I————I————I————I		
693	I————I————I————I————I		
487	I————I————I————I————I		

Aroma

	Tidak khas <i>citrus</i>		Sangat khas <i>citrus</i>
	1		5
871	I————I————I————I————I		
951	I————I————I————I————I		
743	I————I————I————I————I		
537	I————I————I————I————I		
693	I————I————I————I————I		
487	I————I————I————I————I		

Kenampakan/Penampilan

	Padatan sangat mendominasi		Seimbang
	1		5
871	I————I————I————I————I		
951	I————I————I————I————I		
743	I————I————I————I————I		
537	I————I————I————I————I		
693	I————I————I————I————I		
487	I————I————I————I————I		

Keterangan Kenampakan:

Seimbang antara padatan & cairan	: 5
Padatan cukup	: 4
Padatan kurang	: 3
Padatan lebih dari cairan	: 2
Padatan sangat mendominasi	: 1

3.5.5 Penentuan Perlakuan Terbaik

Metode De Garmo (1984) digunakan untuk menentukan perlakuan terbaik. Penentuan perlakuan terbaik dalam penelitian ini dilakukan dengan metode uji efektivitas pembobotan berdasarkan prinsip penjumlahan bobot atau skor yang diberikan sesuai dengan kontribusi masing-masing parameter terhadap perlakuan. Skor atau bobot dari setiap parameter ditentukan panelis berdasarkan tingkat prioritas yang dapat mempengaruhi hasil dari perlakuan. Perlakuan dengan bobot yang tinggi disebut sebagai perlakuan terbaik.

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan untuk setiap parameter uji skoring yang meliputi warna, rasa, dan aroma serta uji lain seperti brix, pH, dan colorimetri. Perhitungan untuk menentukan perlakuan terbaik diawali dengan memberikan bobot setiap parameter sesuai dengan tingkat prioritas parameter. Kemudian dari setiap perlakuan ditentukan nilai terbaik dan nilai terburuk. Setelah menentukan nilai terbaik dan terburuk dilakukan perhitungan nilai efektivitas dan nilai hasil. Nilai hasil dari semua parameter kemudian dijumlahkan dan perlakuan terbaik ditentukan dengan perlakuan yang memiliki nilai hasil tinggi. Perhitungan nilai efektivitas dan nilai hasil menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Nilai efektivitas} = \frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbaik} - \text{nilai terjelek}} \dots (1)$$

$$\text{Nilai hasil} = \text{Nilai efektivitas} \times \text{Bobot parameter} \dots (2)$$

3.5.6 Uji Perlakuan Terbaik

3.5.6.1 Uji Sensori Hedonik

Penilaian sensori menggunakan pengujian hedonik berpasangan melibatkan 50 panelis tidak terlatih untuk menilai kesukaan panelis pada berbagai parameter seperti rasa, warna, aroma serta penerimaan secara keseluruhan. Gula cair nira aren perlakuan terbaik dan produk komersial akan diujikan pada uji ini.

Pengujian hedonik membandingkan perlakuan terbaik dari hasil uji skoring sebelumnya dengan produk komersil. Gula cair nira aren dan produk komersil yang telah dilarutkan air dengan perbandingan gula cair dan air 1:2 sebanyak 15 mL dimasukkan ke masing-masing wadah yang telah diberikan label 3 angka acak dan air mineral. Panelis diminta untuk memilih di antara dua sampel gula cair yang disukai. Hasil dari uji ini dapat memberikan gambaran mengenai preferensi konsumen terhadap produk tersebut. Format kuesioner uji skoring dan uji hedonik disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Kuesioner uji hedonik

Kuesioner Uji Hedonik Berpasangan		
Nama Panelis :	Tanggal:	
Produk	: Gula Cair Aren Lemon	
Intruksi : Anda dihadapkan dengan sampel gula cair aren lemon dan gula cair komersial. Anda diminta untuk memberikan nilai kesukaan sampel gula cair berdasarkan warna, aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan. Berikan tanda (✓) pada sampel yang lebih anda sukai pada tabel penilaian berikut:		
Penilaian	521	716
Warna		
Rasa		
Aroma		
Penerimaan Keseluruhan		

3.5.6.2 Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode yang dilakukan Nurdjanah *et al.* (2023). Proses pengujian dimulai dengan pembuatan larutan DPPH (*diphenyl picrylhydrazil*). Larutan DPPH sebanyak 0,0078 g ditimbang dalam ruang gelap dan dilarutkan dalam 100 mL etanol 96%. Sebanyak 5 mL larutan

DPPH dimasukkan ke dalam kuvet untuk mengukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm. Pengukuran absorbansi yang dihasilkan dihitung sebagai absorbansi kontrol (A_k). Pengujian larutan ekstrak dilakukan dengan dipipet 1 mL larutan ekstrak gula cair dan ditambahkan sebanyak 2 mL larutan DPPH, setelah itu diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C, kemudian dilakukan pembacaan absorbansi dengan panjang gelombang 517 nm pada 5 mL cairan yang telah dimasukkan ke dalam kuvet. Larutan sampel yang diperoleh digunakan sebagai absorbansi sampel (A_s). Kemudian hasil absorbansi ekstrak gula cair yang diperoleh dibandingkan dengan absorbansi DPPH untuk memperoleh persentase aktivitas antioksidannya. Persentase aktivitas antioksidan terhadap radikal DPPH untuk setiap konsentrasi larutan sampel dapat dihitung dengan rumus (3):

$$\% \text{ aktivitas antioksidan} = \frac{A_k - A_s}{A_k} \times 100 \dots (3)$$

Keterangan:

A_k = Absorbansi kontrol

A_s = Absorbansi sampel

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Konsentrasi potongan lemon yang berbeda berpengaruh terhadap mutu sensori berupa warna, rasa manis, rasa asam, *aftertaste* pahit, aroma, dan penampakan/penampilan gula cair nira aren.
2. Perlakuan F2 (lemon 10%) yaitu gula cair aren dengan penambahan potongan lemon konsentrasi 10% menghasilkan pH, total padatan terlarut, dan mutu sensori terbaik. Perlakuan F2 (lemon 10%) menghasilkan nilai total padatan terlarut 62,13⁰brix, pH 5,52, serta nilai sifat sensori skor warna 2,75 (1–5); rasa manis 3,63 (1–5); rasa asam 2,88 (1–5); *aftertaste* pahit 2,63 (1–5); aroma 3 (1–5); dan penampakan/penampilan 4,38 (1–5). Gula cair perlakuan F2 (lemon 10%) memiliki keunggulan warna yang lebih disukai oleh panelis dibandingkan gula cair komersial. Aktivitas antioksidan perlakuan F2 (lemon 10%) yaitu 36,94% dimana nilai tersebut lebih tinggi daripada gula cair perlakuan F0 (lemon 0%) yaitu 30,13%, sehingga berpotensi meningkatkan fungsi fungsional gula cair aren.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pendugaan umur simpan pada gula cair aren dengan penambahan konsentrasi lemon yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, D.Y., Yuwono, S. S., dan Istianah, N. 2018. Penjernihan nira tebu dan nira sorgum menggunakan proses sentrifugasi dengan penambahan adsorben. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*. 2(1): 63-71.
- Ali, S.E., Gedaily, R.A.E., Mocan, A., Farag, M.A., and El-Seedi, H.R. 2019. Profiling metabolites and biological activities of sugarcane (*Saccharum officinarum* Linn.) juice and its metabolomics approach. *Molecules*. 24(934): 1-21.
- Amelia, J.R., Safitri, F.H., Giyatmi., and Azni, I.N. 2024. Comparative study of antioxidant and antibacterial activities of citrus fruits (juice and peels). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 13(1): 242-249.
- Angelia, I.O. 2017. Kandungan pH, total asam tertitiasi, padatan terlarut dan vitamin C pada beberapa komoditas hortikultura. *Journal of Agritech Science*. 1(2): 68–74.
- AOAC. 2016. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. Published by the Association of Official Analytical Chemist. Marlyland.
- Arpi, N., Rasdiansyah., Widayat, H.P., dan Foenna, R.F. 2018. Pemanfaatan limbah kulit buah kopi arabika (*Coffea arabica* L.) menjadi minuman sari pulp kopi dengan penambahan sari jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dan lemon (*Citrus limon*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 10(2): 33-39.
- Arziyah, D. dkk. 2022. Pengaruh perbandingan gula aren dan gula pasir terhadap karakteristik fisikokimia sirup kayu manis. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 11(2): 99-105.
- Assah, Y.F. dan Indriaty F. 2018. Pengaruh lama penyimpanan terhadap mutu gula cair dari nira aren. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 10(1): 1-10.
- Assah, Y.F. dan Makalalag, A.K. 2021. Analisis kadar sukrosa, glukosa dan fruktosa pada beberapa produk gula aren. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 13(1): 37-42.

- Assalam, S., Gozali, T., Ikrawan, Y., dan Nurfalia, I. 2023. Optimalisasi formula minuman olahan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dengan parameter karakteristik produk. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 23(2): 288-301.
- Astuti., Hutomo, G.S., dan Noviyanty, A. 2022. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari buah lemon (*Citrus limon* L.) dengan menggunakan pelarut HCL. *E-Jurnal Agrotekbis*. 10(3): 572-580.
- Badan Standarisasi Nasional. 2021. *SNI 3743:2021 Gula Palma*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 27 hlm.
- Chaturvedi, D., Suhane, N., and Shrivastava, R.R. 2016. Basketful benefit of *Citrus limon*. *International Research Journal of Pharmacy*. 7(6): 1-4.
- Choong, C.C., Anzian, A., Sapawi, C.W., and Hussin, M. 2016. Characterization of sugar from *Arenga pinnata* and *Saccharum officinarum* sugar. *International Food Research*. 23(4): 1642-1652.
- De Garmo. 1984. *Materials and Processes in Manufacture : Edisi ke 7*. PT. Pradaya Paramita. Jakarta.
- Dharmayani, N.K.T., Hadi, S., Yuanita, E., dan Ulfa, M. 2023. Sosialisasi pemanfaatan nira aren sebagai bahan baku pembuatan nata kepada masyarakat Desa Jurit Baru, Kabupaten Lombok Timur, NTB. *Jurnal Pengabdian Inovasi Masyarakat Indonesia*. 2(1): 12-15.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementrian Pertanian Republik Indonesia. 2022. *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta. 33-68 hlm.
- Febiana, R. 2021. Perbandingan Aktivitas Antioksidan Variasi Ekstrak Kulit Buah Jeruk (*Citrus* sp.) dengan Metode DPPH. (Tesis). Farmasi. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional. Surakarta. 70 hlm.
- Fitriyana, R.A. 2017. Perbandingan kadar vitamin C pada jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dan jeruk lemon (*Citrus limon*) yang dijual di Pasar Linggapura Kabupaten Brebes. *Jurnal Publikasi Ilmiah Civitas Akademika Politeknik Mitra Karya Mandiri Brebes*. 2(2): 1-11.
- Fransiska, Deglas, W., Kurniawan, T.W., dan Martiyanti, M.A. 2023. Karakteristik Manisan Kering Kulit Jeruk Dengan Perendaman Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava*. L). *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*. 7(1): 37-48.
- Fuadi, M., Sinaga, Y.M.R., Yuniarto, K., dan Widyastuti, S. 2023. Perubahan sifat fisik dan hubungan antar parameter nira aren selama proses pemasakan terbuka. *Jurnal Industri Teknologi Pertanian*. 17(3): 189-195.

- Garnida, Y. 2020. *Uji Inderawi dan Sensori pada Industri Pangan*. Manggu Makmur Tanjung Lestari. Bandung. 315 hlm.
- Geri, J.D., Ayu, D.F., Harun, N. 2019. Kombinasi minuman lidah buaya berkarbonasi dengan sari lemon. *Jurnal Agroindustri Halal*. 5(2): 132-140.
- Giyatmi, G., Putri, A., dan Hamidatun, H. 2024. Evaluasi sensori dan aktivitas antioksidan minuman fungsional berbasis bunga telang (*Clitoria ternatea*) dan kulit jeruk lemon. *Jurnal Teknologi Pangan Kesehatan*. 6(1): 39-44.
- Haloho, M., dan Handoko, Y.A. 2023. Pengaruh konsentrasi gula dan asam sitrat terhadap karakteristik fisikokimia sirup labu kuning (*Cucurbita moschata* Durh). *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian*. 12(1): 1-10.
- Haq, A., dan Azis, R. 2024. Pembuatan sari buah lemon dengan metode pasteurisasi. *Jurnal Sains dan Teknologi Hasil Pertanian*. 4(1): 19-26.
- Harahap, N.I.P., Silvia, C., Fadilla, A., Rahma, A., Wulandari, D.R., dan Fachriza, A. 2024. Perbandingan pengaruh cahaya tampak terhadap laju fotosintesis tumbuhan *Hydrilla verticillate*. *Jurnal Pendidikan, Sains, dan Teknologi*. 3(3): 440-447.
- Hasanah, S.Z. 2016. Pengaruh Perbandingan Gula Merah Cair Dan Nira Terhadap Karakteristik Gula Semut (*Palm Sugar*). (Skripsi). Universitas Pasundan. Bandung. 160 hlm.
- Hosry, L.E., Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A., and Bou-Maroun. 2025. Maillard reaction: mechanism, influencing parameters, advantages, disadvantages, and food industrial applications: a review. *Foods*. 14(1881): 1-43.
- Hutami, R., Pribadi, M., Nurcahali, F., Septiani, B., Andarwulan, N., Sapanli, K., Zuhud, E.A.M., Al Manar, P., Ichsan, N., dan Wahyudi. S. 2023. Proses produksi gula aren cetak (*Arenga pinnata* Merr). *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*. 5(2): 119-130.
- Indriani, Y., Mulqie, L., dan Hazar, S. 2015. Uji aktivitas antibakteri air perasan buah jeruk lemon (*Citrus limon* (L.) Osbeck) dan madu hutan terhadap *Propionibacterium Acne*. *Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba*. 351-361 hlm.
- Indriyani, N.L.M.J., dan Kuntariati, U. 2023. Kualitas gula aren khas Buleleng, gula kelapa khas Klungkung, dan gula lontar khas Karangasem dalam pembuatan rujak gula bali. *Jurnal Pariwisata dan Bisnis*. 2(4): 1064-1074.
- Inke, L.A., Zuidar, A.S., Koesoemawardani, D., dan Nurdjanah, S. 2022. Karakteristik minuman sari lemon (*Citrus limon*) dengan penambahan konsentrasi kolagen yang berbeda. *Jurnal Agritech*. 42(4): 369-379.

- Islam, F dan F. Akbar. 2019. Perbandingan toksisitas dari ekstrak kulit jeruk manis dan jeruk bali pada larva *aedes aegypti*. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 8 (3): 164 – 171.
- Ismail, E. A., Darni, J., dan Setyorini, I. Y. 2018. Pengaruh substitusi sari kurma terhadap daya terima *marmalade* jeruk pamel. *Darussalam Nutrition Journal*. 2(1): 1-10.
- Ismail, Y.N.N., Solang, M., dan Uno, W.D. 2020. Komposisi proksimat dan indeks glikemik nira aren. *Jurnal Biospecies*. 13(2): 1 – 9.
- Karabagias, I. K. 2017. Volatile compounds of freshly prepared lemon juice from the Region of Kalamata. *SM Analytical and Bioanalytical Techniques*. 2(2): 1-4.
- Kartikawati, E. dan Yudi, C. 2019. Pengaruh waktu dan suhu penyimpanan terhadap kadar vitamin C infused water buah lemon (*Citrus limon* (L.) Burm. f.). *Jurnal Sabdariffarma*. 1(1): 28-34.
- Krisnawan, A.H., Budiono, R., Sari, D.R., dan Salim, W. 2017. Potensi antioksidan ekstrak kulit dan perasan daging buah lemon (*Citrus Lemon*) lokal dan Impor. *Prosiding Seminar Nasional 2017 Fakultas Pertanian UMJ*. 1(1): 30–34.
- Kurniawan, T., Jayanudin, J., Kustiningsih, I., dan Adha Firdaus, M. 2018. Palm Sap Sources, Characteristics, and Utilization in Indonesia. *Journal of Food and Nutrition Research*. 6(9): 590–596.
- Kusnandar, F. 2021. *Kimia Pangan Komponen Makro*. PT Bumi Aksara. Jakarta. 89-108 hlm.
- Kusuma, H.A.W., Lestari, N.A., dan Christie, C.D.Y. 2022. Sifat fisikokimia dan komposisi nutrisi gula cair yang diproses dengan metode vakum. *Jurnal Industri Teknologi Pertanian*. 16(2): 115-120.
- Lestari, I.N., Aina, G.Q., dan Rica, F.N. 2023. Gambaran kadar vitamin C pada minuman sari lemon (*Citrus limon*) dengan metode spektrofotometri UV-Vis di Kota Samarinda. *Borneo Journal of Science and Mathematics Education*. 3(1): 47-57
- Leyla, H. 2014. Analisa tanggapan responden terhadap sirup aren yang dihasilkan dari nira dan gula aren. *Jurnal Al Ulum: LPPM Universitas Al Washliyah Medan*. 2(1): 117-125.
- Likumahua, M.H., Moniharapon, E., dan Tuhumury, H.C.D. 2022. Pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik marmalade jeruk nipis (*Citrus aurantiifolia* S.). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. 7(2): 4978-4993.

- Makmur, T., Wardhana, M.Y., dan Chairuni, A.R. 2022. Daya terima konsumen terhadap produk olahan minuman serbuk dari limbah biji Nangka (*Arthocarpus heterophilus*). *Jurnal Mahatani*. 5(1): 90-97.
- Mani-Lopez, E., Garcia, H.S., and Lopez-Malo, A. 2012. Organic acids as antimicrobials to control *Salmonella* in meat and poultry products. *Food Research International*. 45(2): 713-721.
- Manaroinsong, E., Maliangkay, R. B., dan Matana, Y. R. 2018. Observasi produksi nira aren (*Arenga pinnata*) di Kecamatan Langowan, Kabupaten Minahasa Induk, Provinsi Sulawesi Utara. *Buletin Palma*. 31: 111-115.
- Marwah, S., Hadjar, N., dan Muhusana. 2020. Potensi dan pemanfaatan tumbuhan aren (*Arenga pinnata* Merr.) di kawasan hutan Kota Kendari Provinsi Sulawesi tenggara. *Jurnal Kehutanan Indonesia: Celebica*. 1(1): 22-30.
- Mita, S., Asyik, N., dan Sadimantara, M.S. 2023. Karakteristik kimia dan organoleptik gula aren yang diproduksi oleh masyarakat desa Tanjung Batu dan Kabangka. *Journal of Agricultural Sciences*. 2(2): 118-125.
- Muenmanee, N., Joomwong, A., Natwichai, J., and Boonyakiat, D. 2016. Changes in physico-chemical properties during fruit development of japanese pumpkin (*Cucurbita maxima*). *International Food Reseacrh Journal*. 23(5): 2063-2070.
- Muzaifa, M., Rohaya, S., dan Sofyan, H. A. 2021. Karakteristik mutu kimia dan sensoris teh kulit kopi (cascara) dengan penambahan lemon dan madu. *Jurnal Agrointek*. 16(1): 10-17.
- Nainggolan, I., Ruswanto, A., dan Widyasaputra, R. 2023. Kajian variasi penambahan gula dan lama pemanasan terhadap karakteristik minuman sari jeruk lemon (*Citrus limon*). *Jurnal Agroforetech*. 1(3): 1863-1872.
- Nisa, F., Muzaifa, M., dan Arpi, N. 2021. Pembuatan sirup cascara dengan penambahan ekstrak lemon (*Citrus limon*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 6(4):474-480.
- Nizhar, U.M. 2012. Level Optimum Sari Buah Lemon (*Citrus limon*) sebagai Bahan Penggumpal pada Pembuatan Curd Keju Cottage. (*Skripsi*). Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Jurusan Produksi Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanudin. Makassar. 60 hlm.
- Nurdjanah, S., Hasanudin, U., Yuliandri, P., Utomo, T.P., Nawansih, O., and Setiyoko, F. 2024. Characteristics of liquid sugar from old oil palm trunk sap as affected by processing methods. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 29(2): 190-199.

- Nurdjanah, S., Nurbaiti, N., Astuti, S., and Sartika, D. 2023. Evaluation on the effect of butternut pumpkin (*Cucurbita moschata*) maturity stage on the bioactive components and antioxidant activity of pumpkin flour. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian*. 28(2): 174-183.
- Nurhuda, H.H., Maskat, M.Y., Mamot, S., Aiq, J., and Aminah, A. 2013. Effect of blanching on enzyme and antioxidant activities of rambutan (*Nephelium lappaceum*) peel. *International Food Research Journal*. 20(4): 1725-1730.
- Oktavia, S., Widyowanti, R.A., dan Ruswanto, A. 2024. Pengaruh jenis dan penambahan pengasam alami terhadap sifat fisik dan kimia sirup pepino. *Biofoodtech: Journal of Bioenergy and Food Technology*. 3 (2): 78-88.
- Paradiman, A.Z., Zulmanwardi., dan Mas'ud, F. 2020. Sirup gula cair fungsional dari nira nipah: karakterisasi sifat fisikokimia. *Indonesian Journal of Chemical Technology*. 10(10): 1–9.
- Permana, A., Nurjanah, S., Rosalinda, S., dan Nuranjani, F. 2023. Potensi pemanfaatan kulit jeruk lemon afkir (*Citrus limon* (L.) var. *Eureka*) sebagai bahan pembuatan minyak atsiri. *Jurnal Ilmiah Pertanian dan Biosistem*. 11(2): 146-158.
- Phetrit, R.M., Chaijan, S., Sorapukdee, W., and Panpipat. 2020. Characterization of nipa palm's (*Nyipa fruticans* Wurmb.) sap and syrup as functional food ingredients. *Sugar Technology*. 22: 191-201.
- Pramesti, M.A. 2020. Analisis Kadar Vitamin C pada Perasan Buah Jeruk Lemon dan *Infused Water* Lemon. (Disertasi). Universitas Muhammadiyah Surabaya. Surabaya. 63 hlm.
- Praseptiangga, D., Yasmin N., dan Dimas R.A.M. 2018. Kajian tingkat penerimaan panelis pada dark chocolate bar dengan penambahan bubuk kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). *Journal of Sustainable Agriculture*. 33 (1): 78-88.
- Prasmatiwi, F.E, Evizal, R., dan Zahra, A.R. 2022. Pengadaan bahan baku nira dan nilai tambah pengolahan gula aren di Desa Air Kubang, Air Naningan Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*. 8(2): 1188-1201.
- Pravita, C.S. dan Dhurhanian, C.E. 2023. Penetapan kadar flavonoid total perasan lemon (*Citrus limon* (L.) *Osbeck*) secara spektrofotometri UV-Vis. *Health Sciences and Pharmacy Journal*. 7(1): 44-53.
- Pravitasari, I., Hariyadi, D., dan Mulyanita. 2020. Daya terima sari kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) sebagai bahan alternatif pembuatan keju. *Jurnal Pontianak Nutrition*. 3 (2): 34 – 38.

- Purbowati, I.S.M., Wijonarko, G., dan Maksum, A. 2024. Evaluasi karakteristik gula kelapa cair dengan variasi penggunaan laru dan penambahan ekstrak rosella. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 18(3): 667-677.
- Puspitasari, A.D., Susantim, E., dan Khustina, A. 2019. Aktivitas antioksidan dan penetapan kadar vitamin C perasan daging buah lemon (*Citrus limon* L.) menggunakan metode ABTS. *Jurnal Ilmiah Teknosains*. 5(2): 99-104.
- Putra, N.K. 2016. Upaya memperbaiki warna gula semut dengan pemberian N-metabisulfit. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(1): 1-4.
- Putri, I.D.A.E., Ratnayani, I.G.A.D., Sugiritma, I.W., dan Arijana, I.G.K.N. 2021. Analisis fitokimia nira aren dan tuak aren (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.). *Jurnal Medika Udayana*. 10(6): 18-22.
- Ratna, P. dan Yulastiani, F. 2015. Pembuatan gula cair dari pati singkong dengan menggunakan hidrolisis enzimatis. *Jurnal Fluida*. 11(2): 9-14.
- Rika, K.S. 2019. Korelasi Waktu Fermentasi terhadap Karakteristik Gula Cair dari Pati Ubi Jalar yang difermentasi Bakteri *Bacillus subtilis*. (Skripsi). Universitas Pasundan. Bandung. 65 hlm.
- Ruslan., Majnah, S., Baharuddin, B., dan Taskirawati, I. 2018. Potensi dan pemanfaatan tanaman aren (*Arenga pinnata*) dengan pola agroforestri di Desa Palakka, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. *Perennial*. 14(1): 24-27.
- Sakinah, A.N. 2016. Kajian Produksi Sirup Gula dari Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) terhadap Karakteristik Sirup Gula. (Skripsi). Universitas Pasundan Bandung. 74 hlm.
- Saputra, M.A., dan Sutrisno, E. 2022. Karakteristik kimia dan organoleptik permen jelly air kelapa (*Cocos nucifera*), jahe merah (*Zingiber officinale*) dengan variasi penambahan ekstrak jeruk lemon (*Citrus limon*). *Seminar Nasional Fakultas Teknik*. 1(1): 310-323.
- Saragih, C., Herawati, N., dan Efendi, R. 2017. Pembuatan sirup ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.) dengan penambahan sari lemon (*Citrus limon* L.). *Jurnal Jom Faperta*. 4(1): 1-15.
- Sarkar, T., Mukherjee, M., Roy, S., and Chakraborty, R. 2023. Palm sap sugar an unconventional source of sugar exploration for bioactive compounds and its role on functional food development. *Heliyon Journal*. 9(4): 14788.
- Savitri, N.P.T., Hastuti, E.D., dan Suedy, S.R.W.A. 2017. Kualitas madu lokal dari beberapa wilayah di Kabupaten Temanggung. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 2(1): 58-66.

- Sebayang, L. 2016. Keragaan eksisting tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr.) di Sumatera Utara (peluang dan potensi pengembangannya). *Jurnal Pertanian Tropik*. 3(2): 133-138.
- Setiawan, Y. 2020. Analisis fisikokimia gula aren cair. *Jurnal Agrosience*. 10(1): 69-78.
- Shofiati, A., Andriani, M.A.M., dan Anam, C. 2014. Kajian kapasitas antioksidan dan penerimaan sensoris teh celup kulit buah naga (*pitaya fruit*) dengan penambahan kulit jeruk lemon dan stevia. *Jurnal Teknosains Pangan*. 3(2): 5-13.
- Sinaga, AS. 2019. Segmentasi ruang warna L^*a^*b . *Jurnal Mantik Penusa*. 3(1): 43-46.
- Soeswanto, B., Maulida, R.S., dan Simanjuntak, Y.T.B. 2023. Pembuatan gula cair dari nira aren (*Arenga pinnata*) pada kondisi vakum. *Chemica Isola*. 3(2): 182-187.
- Suoth, E.J., Herowati, R., Pamudji, G. 2020. Uji aktivitas antioksidan gula aren. *Chemistry Progress Journal*. 13(1): 17-21.
- Suripto, Ma'arif, S., dan Arkeman, Y. 2013. Pengembangan gula cair berbahan baku ubi kayu sebagai alternatif gula kristal dengan pendekatan sistem inovasi. *Jurnal Teknik Industri*. 3(2): 147-156.
- Tarwendah, I.P. 2017. Jurnal review : studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(2): 66-73.
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B.T., dan Jonathan J.G. 2016. Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH pada daun tanjung (*Mimusops elengi* L.). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. 1-7 hlm.
- Ucan, F., Agcam, E., dan Akyildiz, A. 2016. Bioactive compounds and quality parameters of natural cloudy lemon juices. *Journal of Food Science and Technology*. 53(3): 1465–1474.
- Ulina, I.N. 2020. Analisis Daya Saing Jeruk Lemon Lokal dengan Jeruk Lemon Impor Berdasarkan Atribut Produk (Studi Kasus: Kota Medan). (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan. 56 hlm.
- Utami, C.R., dan Fauziah, S.H. 2024. Pengaruh penambahan ekstrak lemon (*Citrus limon*) terhadap karakteristik minuman bunga telang (*Clitoria ternatea*). *Insologi: Jurnal Sains dan Teknologi*. 3(5): 553-566.

- Varucha, M., Shrivastava, A.K., Shukla, S.P., and Mohammad, I. 2016. Effect of sugar intake towards human health. *Saudi Journal of Medicine*. 1(2): 29-36.
- Verdiana, M., Widarta, I.W.R., dan Permana, I.D.G.M. 2018. Pengaruh jenis pelarut pada ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit lemon (*Citrus limon* (Linn.) Burm F.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 7(4): 213-222.
- Virdayanti, R.E., Basuki, E., dan Paramartha, D.N.A. 2022. Pengaruh penambahan sari jahe merah (*Zingiber officinale var Rubrum*) terhadap karakteristik gula aren cair (*Arenga pinnata merr.*). *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*. 1(2): 40-49.
- Wahyuni, N., Asfar, A.M.I, Asfar, A.M.I, Asrina, dan Isdar. 2021. Diversifikasi produk vinegar alami dari ballo pada Ibu PKK Desa Bulu Ulaweng. *J-Abdi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1(5): 801-807.
- Widowati, A.N.A., Legowo, A.M., dan Mulyani, S. 2022. Pengaruh penambahan kulit buah lemon (*Citrus limon* (L.)) kering terhadap karakteristik organoleptik, total padatan terlarut, pH, kandungan vitamin C dan total fenol teh celup daun kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Teknologi Pangan*. 6(1): 30-39.
- Wilberta, N., Sonya, N.T., dan Lydia, S.H.R. 2021. Analisis kandungan gula reduksi pada gula semut dari nira aren yang dipengaruhi pH dan kadar air. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*. 12(1): 102-108.
- Yuwana, A.M.P., Putri, N.D., dan Harini, N. 2022. Hubungan antara atribut sensori dan kualitas gula merah tebu: pengaruh pH dan kondisi karamelisasi. *Jurnal Teknologi Pangan : Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*. 13(1): 54-66.
- Zuliana, C., Endrika W., dan Wahono, H.S. 2016. Pembuatan gula semut kelapa (kajian pH gula kelapa dan konsentrasi natrium bikarbonat). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(1): 109-119.