

**KAJIAN MUTU KIMIA DAN SENSORI GULA CAIR BERDASAR
POSISI BAGIAN BATANG KELAPA SAWIT TUA**

(Skripsi)

Oleh

**MASDIAH AYU SAFITRI
2014051032**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

STUDY ON THE CHEMICAL AND SENSORY QUALITY OF LIQUID SUGAR BASED ON THE POSITION OF OLD OIL PALM TRUNK SECTION

By

MASDIAH AYU SAFITRI

Old oil palm trunks contain sap with a total sugar content of 17.60% that can be utilized for the production of liquid sugar. The total sugar content in the old oil palm trunks varies at different positions along the trunk, which can affect the characteristics of the resulting liquid sugar. This study aims to determine the influence of the trunk's position and identify the section that yields liquid sugar with the best chemical and sensory properties. The research was designed using a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with five replications. The treatment consisted of three different trunk positions: 2-3, 3-4, and 4-5 meters from the ground. The trunks were pressed to extract the sap based on the treatment positions. The extracted sap was then evaporated using a stove and an open pan until the total dissolved solids reached 70°Brix. The results showed that the trunk position significantly affected the moisture content, total phenol, color, and taste of liquid sugar. The best chemical and sensory properties were found in the liquid sugar produced from the section of the trunk 4-5 meters above the ground.

The best liquid sugar had characteristic of 35.05% moisture content, 3.36% ash content, 40.95% reducing sugars, 35.09 mg GAE/100g total phenol, a brown color, a sweet taste, a slightly distinctive palm aroma, no bitter taste, and was overall preferred by the panelists.

Keywords: old oil palm trunk, liquid sugar, trunk position

ABSTRAK

KAJIAN MUTU KIMIA DAN SENSORI GULA CAIR BERDASAR POSISI BAGIAN BATANG KELAPA SAWIT TUA

By

MASDIAH AYU SAFITRI

Limbah batang kelapa sawit tua mengandung nira dengan total gula sebesar 17,60% yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan gula cair. Kandungan total gula dalam batang kelapa sawit tua berbeda-beda pada setiap posisi bagian batangnya sehingga dapat berpengaruh terhadap karakteristik gula cair yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan memperoleh posisi bagian batang kelapa sawit tua yang menghasilkan gula cair dengan mutu kimia dan sensori terbaik. Penelitian ini disusun secara non-faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 kali ulangan. Perlakuan berupa 3 taraf posisi bagian batang kelapa sawit tua yaitu 2-3, 3-4, dan 4-5 meter dari tanah. Batang kelapa sawit tua berdasarkan perlakuan dilakukan pengepresan untuk diperoleh nira. Nira yang dihasilkan kemudian dilakukan penguapan menggunakan kompor dan panci terbuka hingga total padatan terlarut mencapai 70°Brix. Hasil Penelitian menunjukkan posisi bagian batang kelapa sawit tua berpengaruh terhadap kadar air, total fenol, warna dan rasa gula cair. Perlakuan yang menghasilkan gula cair dengan mutu kimia dan sensori terbaik diperoleh pada gula cair dari bagian batang kelapa sawit tua 4-5 meter dari tanah. Gula cair yang terbaik mempunyai karakteristik kadar air 35,05%, kadar abu 3,36%, gula pereduksi 40,95%, total fenol 35,09 mg GAE/100g, warna coklat, rasa manis, aroma sedikit khas sawit, tidak memiliki rasa pahit dan penerimaan keseluruhan disukai oleh panelis.

Kata kunci: batang kelapa sawit tua, gula cair, dan posisi bagian batang

**KAJIAN MUTU KIMIA DAN SENSORI GULA CAIR BERDASAR POSISI
BAGIAN BATANG KELAPA SAWIT TUA**

Oleh

MASDIAH AYU SAFITRI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

Pada

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



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **KAJIAN MUTU KIMIA DAN SENSORI
GULA CAIR BERDASAR POSISI
BAGIAN BATANG KELAPA SAWIT TUA**

Nama Mahasiswa : **Masdiah Ayu Safitri**

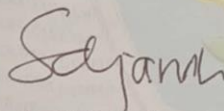
Nomor Pokok Mahasiswa : 2014051032

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

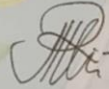
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

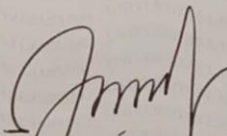


Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.
NIP. 19620720 198603 2 001



Ir. Otik Nawansih, M.P.
NIP. 19650503 199010 2 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

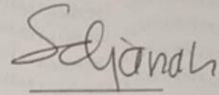


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP. 19721006 199803 1 005

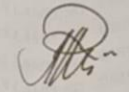
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

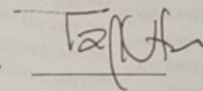
Ketua : Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.



Sekretaris : Ir. Otik Nawansih, M.P.



Penguji : Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si.
Bukan Pembimbing



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

HP 19641118 198902 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 17 Juli 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Masdiah Ayu Safitri

NPM : 2014051032

Dengan ini menyatakan, bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan dari hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 24 Juli 2024
Yang membuat pernyataan,



Masdiah Ayu Safitri
NPM. 2014051032

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kalianda 16 Desember 2001, sebagai anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Ahmad Yani (alm) dan Ibu Jojoh. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Bumi Agung pada tahun 2014, kemudian menyelesaikan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Kalianda pada tahun 2017, dan menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Kalianda pada tahun 2020. Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada bulan Januari-Februari 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Sekincau, Kecamatan Sekincau, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Pada bulan Juli-Agustus 2023, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Way Berulu, dengan judul “Mempelajari Analisis Kadar Abu dan Warna pada Mutu *Standard Indonesian Rubber* (SIR) 3L dan 3WF di PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Way Berulu”. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan organisasi kampus, yakni di Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP Unila) sebagai Anggota Bidang Pengabdian Masyarakat pada periode tahun 2022.

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim, puji dan syukur atas ke hadirat Allah Subhānahu Wa Ta'āla yang telah melimpahkan karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kajian Mutu Kimia dan Sensori Gula Cair Berdasar Posisi Bagian Batang Kelapa Sawit Tua” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Lampung.

Penyusunan skripsi ini mendapat arahan, bimbingan, nasihat, dorongan dan keterlibatan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini Penulis mengucapkan 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., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.
3. Ibu Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., selaku dosen pembimbing pertama sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, kritik, saran, nasihat, arahan, dan motivasi selama proses kuliah, penelitian, dan penyusunan skripsi ini hingga selesai.
4. Ibu Otik Nawansih, M.P., selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan banyak bantuan, pengarahan, bimbingan, saran, nasihat, dan motivasi selama penelitian dan penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Bapak Dr. Ir. Tanto Pratondo Utomo, M.Si., selaku dosen pembahas yang telah banyak memberikan masukan saran, kritik, dan evaluasi terhadap penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

7. Staff administrasi dan laboratorium di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Ayah Ahmad Yani (alm), Ibu Jojoh, Abang Kemas Kurniawan Ramadhan, dan seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, motivasi semangat kepada penulis selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
9. Aisyah Tri Ramadani, Bilqis Nabilla, Bella Amanda, Arneta Listiani, Nabila Ayu Lestari, dan Yasmin Latifah selaku sahabat yang selalu mendengarkan keluh kesah, menemani, membantu, mengingatkan, menegur dan mendukung setiap proses perjalanan selama masa perkuliahan.
10. Natasya Aurelia, Meisya Tiffani Putri, Adjie Radanta Gunawan, dan Alif Fikri Nur Hidayat selaku teman seperjuangan dan seperbimbingan yang telah menemani, membantu, mendukung, mengingatkan, menegur, serta menjadi tempat berkeluh kesah bagi penulis selama masa perkuliahan dan penelitian.
11. Keluarga besar Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri THP FP Unila: Bapak Joko, Mba Beti, Mba Asha, Mba Yaya, Bang Teguh, Bang Vico dan semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian.
12. Teman-teman Angkatan 2020 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas segala informasi, dukungan, serta kebersamaannya selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

Bandar Lampung, 24 Juli 2024

Masdiah Ayu Safitri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kelapa Sawit	6
2.2 Nira Kelapa Sawit	8
2.3 Gula	9
2.4 Uji Sensori.....	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Bahan dan Alat	14
3.3 Metode Penelitian.....	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian	16
3.4.1 Ekstraksi Nira Kelapa Sawit	16
3.4.2 Proses Pembuatan Gula Cair.....	17
3.5 Pengamatan	18
3.5.1 Kadar Air	19
3.5.2 Kadar Abu.....	19
3.5.3 Gula Pereduksi.....	20
3.5.4 Total Fenol.....	21
3.5.5 Uji Sensori	23
3.6 Penentuan Perlakuan Terbaik.....	35

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Kadar Air.....	36
4.2 Kadar Abu	37
4.3 Gula Pereduksi	38
4.4 Total Fenol	40
4.5 Uji Sensori.....	41
4.5.1 Uji Skoring.....	41
4.5.2 Uji Hedonik.....	47
4.6 Perlakuan Terbaik	49
V. KESIMPULAN.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar mutu sirup glukosa berdasarkan SNI 2978:2021	11
2. Kuesioner wawancara calon panelis	24
3. Kuesioner uji segitiga rasa manis.....	26
4. Kuesioner uji segitiga warna	27
5. Kuesioner pelatihan panelis	29
6. Kuesioner uji rangking parameter rasa manis	31
7. Kuesioner uji rangking parameter aroma	32
8. Kuesioner uji skoring gula cair nira batang kelapa sawit tua.....	33
9. Kuesioner uji hedonik gula cair nira batang kelapa sawit tua.....	34
10. Hasil rekaptulasi perlakuan terbaik gula cair berdasar bagian batang kelapa sawit tua	49
11. Data uji kadar air gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua.....	60
12. Uji Bartlett kadar air gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua.....	60
13. Analisis ragam kadar air gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	60
14. Uji BNT (5%) kadar air gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	61
15. Data kadar abu dari gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua.....	61
16. Uji Bartlett kadar abu dari gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	61
17. Analisis ragam kadar abu dari gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	62
18. Data total gula pereduksi dari gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	62

19.	Uji Bartlett gula pereduksi dari gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	62
20.	Analisis ragam gula pereduksi dari gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	63
21.	Data total fenol gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua.....	63
22.	Uji Bartlett total fenol gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	64
23.	Analisis ragam total fenol gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	64
24.	Uji BNT (5%) total fenol gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua.....	64
25.	Data uji skoring parameter warna gula cair dari nira batang kelapa sawit tua berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua....	65
26.	Analisis ragam uji skoring parameter warna gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	65
27.	Uji BNT (5%) uji skoring parameter warna gula cair berdasar bagian batang kelapa sawit tua	65
28.	Data uji skoring parameter aroma gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	66
29.	Analisis ragam uji skoring parameter aroma gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	66
30.	Data uji skoring parameter rasa manis gula cair berdasar bagian batang kelapa sawit tua	67
31.	Analisis ragam uji skoring parameter rasa manis gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	67
32.	Uji BNT (5%) uji skoring parameter rasa manis gula cair berdasar bagian batang kelapa sawit tua.....	67
33.	Data uji skoring parameter <i>aftertaste</i> gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	68
34.	Analisis ragam uji skoring parameter <i>aftertaste</i> gula cair berdasar bagian batang kelapa sawit tua.....	68
35.	Data uji hedonik parameter warna gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	68
36.	Analisis ragam uji hedonik parameter warna gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	70
37.	Data uji hedonik parameter rasa gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	70

38.	Analisis ragam uji hedonik parameter rasa gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	71
39.	Uji BNT (5%) uji hedonik parameter rasa gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	71
40.	Data uji hedonik parameter aroma gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	72
41.	Analisis ragam uji hedonik parameter aroma gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	73
42.	Data uji hedonik parameter penerimaan keseluruhan gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	73
43.	Analisis ragam uji hedonik parameter penerimaan keseluruhan gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	74
44.	Data untuk pengujian efektivitas (<i>De Garmo</i>)	75
45.	Hasil Rekapitulasi uji efektivitas (<i>De Garmo</i>)	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Persiapan batang sampel kelapa sawit tua	15
2. Alur Proses ekstraksi nira dari batang kelapa sawit tua.....	17
3. Alur Proses pembuatan gula cair dari nira batang kelapa sawit tua...	18
4. Kadar air gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	36
5. Kadar abu gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	38
6. Gula pereduksi gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	39
7. Total fenol gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	40
8. Uji skoring warna gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	42
9. Uji skoring aroma gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	43
10. Uji skoring rasa manis gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	45
11. Uji skoring <i>aftertaste</i> gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	46
12. Hasil uji hedonik gula cair kelapa sawit tua berbagai parameter	48
13. Hasil uji hedonik gula cair berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua	48
14. Kurva standar gula pereduksi	76
15. Kurva standar asam galat	76
16. Pemotongan batang kelapa sawit tua	76
17. Penimbangan batang kelapa sawit tua	76
18. Penyerutan batang kelapa sawit tua	76

19. Penimbangan empulur.....	77
20. Pengekstrakan empulur menjadi nira	77
21. Penimbangan nira.....	77
22. Penimbangan kulit batang kelapa sawit tuan	77
23. Pemasakan nira menjadi gula cair.....	77
24. Wawancara calon panelis.....	77
25. Seleksi calon panelis	77
26. Pelatihan calon panelis.....	77
27. Evaluasi calon panelis.....	77
29. Uji Hedonik.....	78
30. Hasil kadar air	78
31. Pengujian gula pereduksi	78
32. Hasil gula pereduksi.....	78
33. Pengujian total fenol	78
34. Hasil total fenol.....	78

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) adalah salah satu komoditas hasil perkebunan yang memiliki peran penting dalam kehidupan. Tanaman ini berasal dari Nigeria, Afrika Barat yang menjadi sumber bahan baku minyak nabati di dunia. Indonesia merupakan salah satu produsen utama minyak sawit dengan peringkat pertama di dunia (USDA, 2023). Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 14,99 juta ha (BPS, 2023). Luas lahan perkebunan kelapa sawit terbesar di Indonesia yaitu provinsi Riau sedangkan, Lampung menempati urutan ke-14 setelah Kalimantan Utara. Luas areal perkebunan kelapa sawit di Lampung mencapai 201.958 ha yang terdiri dari perkebunan rakyat dengan luas 115.131 ha, perkebunan negara 7.936 ha, dan perkebunan swasta 78.891 ha (Ditjenbun, 2021).

Tanaman kelapa sawit umumnya memiliki masa produktif sekitar 25 tahun. Setelah melewati masa produktif, tanaman kelapa sawit sebaiknya dilakukan replanting atau penanaman kembali tanaman yang sejenis. Kegiatan replanting dapat menghasilkan limbah seperti pelepah dan batang kelapa sawit. Adanya limbah berupa batang kelapa sawit tua yang tidak dimanfaatkan secara optimal dapat menyebabkan permasalahan baru seperti munculnya sarang bagi kumbang *Oryctes rhinoceros* dan penyakit *Ganoderma* yang dapat menyerang tanaman muda (Sirait dkk., 2018). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengelolaan limbah batang sawit agar dapat memberikan manfaat. Pengelolaan limbah dari batang kelapa sawit tua dapat dilakukan dengan cara menebang pohon kelapa sawit yang sudah tidak produktif.

Berdasarkan BPPPSDM (2010), penyadapan satu batang kelapa sawit tua dapat menghasilkan kurang lebih 10 L nira per harinya selama 1 bulan. Setiap satu hektare kebun kelapa sawit terdapat 136-180 batang pohon kelapa sawit. Banyaknya pohon kelapa sawit dalam satu hektare dapat menjadi peluang dalam pengelolaan limbah batang sawit. Menurut Elvina (2019), batang kelapa sawit mengandung nira dengan total gula sebesar 17,60%. Tingginya kandungan gula dalam nira batang kelapa sawit dapat dimanfaatkan menjadi gula (Wulandika dkk., 2019).

Gula terdiri dari berbagai jenis diantaranya gula kristal putih, gula merah, gula rafinasi, dan sirup glukosa. Sirup glukosa atau sering dikenal dengan gula cair menurut SNI 2978:2021 berupa cairan kental yang memiliki rasa, aroma dan warna yang normal sesuai dengan bahan baku yang digunakan. Kandungan yang terdapat dalam gula cair yaitu D-glukosa, maltosa dan polimer D glukosa (Rika, 2019). Kelebihan dari gula cair yaitu tidak mengkristal, lebih mudah diproses dibandingkan gula pasir karena mudah larut air, lebih praktis, dan tampilan yang lebih menarik (Ratna dan Yuliastiani, 2015). Selain itu, proses pembuatan gula cair lebih mudah dibanding dengan gula kristal, karena tidak melalui proses kristalisasi.

Berbagai penelitian terkait gula cair dari nira batang kelapa sawit masih belum banyak dilaporkan. Salah satu penelitian gula cair yaitu terbuat dari pati umbut kelapa sawit (Maisaroh dkk., 2023). Sedangkan, untuk nira batang kelapa sawit yang ditumbangkan dan proses pengambilan nira dengan teknik penyadapan dijadikan produk gula merah (Agustira dkk., 2019). Gula cair dari nira kelapa sawit dapat diperoleh dari bahan baku nira kelapa sawit yang segar dengan proses pengolahannya sama seperti pembuatan gula merah. Tetapi, proses pembuatan gula cair dihentikan sebelum gula mengkristal sampai didapatkan nilai total padatan terlarut 60-63°Brix dengan syarat nira telah mendidih dan berbentuk buih yang meluap-luap serta berwarna kuning (Sjarif dkk., 2021; Leyla, 2014).

Kualitas gula cair dapat dipengaruhi dari nira yang digunakan. Nira dengan kualitas baik dapat dilihat dari total gula yang terkandung. Perbedaan posisi bagian batang pohon kelapa sawit dapat berpengaruh terhadap kandungan gula yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian Yamada *et al.* (2010) kandungan total gula dalam beberapa posisi bagian batang kelapa sawit tua berbeda-beda. Namun, belum banyak peneliti yang melaporkan terkait gula cair yang dihasilkan dari nira berbagai bagian batang pohon kelapa sawit tua. Selain itu, belum banyak juga hasil penelitian terkait mutu kimia dan sensori dari gula cair yang terbuat dari nira batang kelapa sawit tua berdasar bagian batang kelapa sawit tua. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji mutu kimia dan sensori dari gula cair dari nira kelapa sawit dengan berbagai posisi bagian batang kelapa sawit tua.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh posisi bagian batang kelapa sawit tua terhadap mutu kimia dan sensori gula cair dari nira kelapa sawit tua.
2. Memperoleh posisi bagian batang kelapa sawit tua yang menghasilkan gula cair dengan mutu kimia dan sensori terbaik.

1.3 Kerangka Pemikiran

Tanaman kelapa sawit yang telah mencapai 25 tahun atau sudah melewati masa produktif harus dilakukan replanting atau penanaman kembali tanaman yang sejenis. Kegiatan ini dapat menghasilkan limbah berupa pelepah dan batang kelapa sawit. Batang tanaman ini bersifat volumetrik sehingga membutuhkan banyak tempat dan sulit untuk terdegradasi di areal perkebunan. Apabila limbah batang kelapa sawit tidak dimanfaatkan secara optimal dapat menimbulkan penyakit seperti *Ganoderma* yang menyerang pangkal batang sehingga dapat menyebabkan busuk dan juga menjadi tempat berkembang biak kumbang *Oryctes*

rhinoceros (Sirait dkk., 2018). Maka dari itu, perlu dilakukan pemanfaatan batang kelapa sawit tua.

Batang kelapa sawit yang telah tua umumnya memiliki tinggi 15-18 meter di areal perkebunan yang tersusun dari jaringan parenkim dan vaskular. Tanaman kelapa sawit memiliki batang berjenis monokotil sehingga tinggi dan lebarnya berbeda-beda sesuai dengan jaringan penyusunnya. Pertumbuhan batang kelapa sawit terjadi dari bawah ke atas dan sel-sel yang masih muda terdapat pada bagian atas dengan ukuran yang lebih kecil dan dinding sel yang tipis. Jumlah jaringan vaskular akan berkurang dari luar ke dalam dan bertambah dari bawah ke atas (Darwis *et al.*, 2013). Seiring dengan bertambahnya usia dinding sel dari batang kelapa sawit akan mengalami penebalan yang dipengaruhi oleh lignin (Abdul *et al.*, 2008). Jaringan parenkim mengandung gula dan pati sedangkan jaringan vaskular sebagian besar terdiri dari selulosa (Hamid *et al.*, 2015).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengelola limbah batang kelapa sawit tua yaitu memanfaatkan niraanya. Nira batang kelapa sawit mengandung gula yang tinggi. Beberapa penelitian melaporkan bahwa perbedaan posisi bagian batang kelapa sawit tua memiliki kandungan gula yang berbeda pula.

Berdasarkan penelitian Yamada *et al.* (2010) nira batang kelapa sawit tua dengan cara pengepresan mengandung jumlah gula pada bagian bawah, menengah bawah, menengah atas, dan atas berturut-turut (101,2 mg/mL; 101,7 mg/mL; 117,2 mg/mL dan 85,2 mg/mL). Sementara itu, Bukhari *et al.* (2019) melaporkan total gula dengan bagian atas, menengah atas, menengah bawah, dan bawah berturut-turut yaitu 81,34 g/L, 94,76 g/L, 82,89 g/L, dan 82,77 g/L. Lebih lanjut Zahari *et al.* (2012) menyatakan bahwa total gula tersebut diantaranya mengandung glukosa 71%, fruktosa 2% dan sukrosa 27%. Kandungan glukosa yang tinggi pada nira batang kelapa sawit berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gula cair.

Gula cair atau dikenal dengan sirup glukosa merupakan suatu larutan kental yang termasuk ke dalam golongan monosakarida. Gula ini berupa cairan yang tidak

berwarna, dengan rasa manis dan tidak memiliki aroma atau bau. Bentuk gula cair yang berupa cairan diperoleh dari nira yang dipekatkan. Mutu sensori sangat penting dalam pengujian suatu produk. Adanya pengujian sensori dapat membantu mengidentifikasi dalam pengembangan produk, mengevaluasi produk kompetitor, mengamati perubahan yang terjadi, dan memperoleh data dari suatu produk (Ayustaningwarno, 2014). Berdasarkan penelitian Maisaroh (2023), mutu sensori dari gula cair yang berbahan dasar umbut kelapa sawit yang dibuat dengan suhu 90°C menghasilkan warna kuning, tidak beraroma, rasa manis, dan skor kesukaan keseluruhan 5,57 (suka). Selain itu, Setiyoko (2023), melaporkan bahwa gula cair yang terbuat dari nira kelapa sawit yang ditumbangkan dan disadap dengan penambahan kapur menghasilkan skor warna 3,417 (kuning kecoklatan), aroma 4,400 (suka) dan penerimaan keseluruhan 4,044 (suka). Oleh karena itu, dilakukan penelitian terkait mutu kimia dan sensori gula cair dari nira batang kelapa sawit tua berdasar posisi bagian batang kelapa sawit tua. Pengamatan dilakukan terhadap parameter kadar air, kadar abu, gula pereduksi, total fenol, dan mutu sensori (warna, rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Terdapat pengaruh bagian batang kelapa sawit tua terhadap mutu kimia dan sensori gula cair dari nira kelapa sawit tua.
2. Terdapat bagian batang kelapa sawit tua yang menghasilkan gula cair dengan mutu kimia dan sensori terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Selain itu ada beberapa ahli yang mengatakan bahwa tanaman kelapa sawit berasal dari Amerika Selatan tepatnya di Brazil. Tanaman ini memiliki peran sebagai tanaman yang unggul dibidang perkebunan sehingga banyak diminati untuk dijadikan usaha perkebunan yang mempunyai prospek yang tinggi bagi masa depan. Secara ilmiah tanaman kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Arecales
Famili	: Arecaceae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i> Jacq

Kelapa sawit memiliki bentuk pohon dengan tinggi mencapai 24 meter. Hampir semua bagian dari tanaman kelapa sawit dapat dimanfaatkan, mulai dari buah, batang, daun, tandan, dan lainnnnya. Pohon ini memiliki akar serabut, daun berwarna hijau tua dengan pelepah sedikit hijau muda, dan batang diselimuti bekas pelepah setelah 12 tahun. Tanaman ini tergolong monokotil (biji berkeping satu) sehingga batangnya tidak berkambium dan umumnya tidak memiliki cabang, kecuali pada tanaman yang tumbuh abnormal (Hidayat dkk., 2017).

Batang kelapa sawit memiliki bentuk silinder berdiameter 20-75 cm. Pohon kelapa sawit yang masih muda, batangnya tidak terlihat karena tertutup oleh pelepah daun. Pertambahan diameter batang kelapa sawit pada tahun pertama dan kedua terlihat sekali pada bagian pangkal batang mencapai 60 cm. Tetapi, pada tahun selanjutnya diameter batang akan mengecil sampai 40 cm dan pertambahan tingginya akan lebih cepat. Tanaman yang berumur 4 tahun akan mengalami pertambahan tinggi yang lebih jelas. Tinggi batang dapat bertambah sekitar 25-75 cm/tahun. Maksimum tinggi batang kelapa sawit yang ditanam di perkebunan dapat mencapai 15-18 m (Fauzi dkk., 2012).

Batang kelapa sawit memiliki fungsi sebagai pendukung tegaknya tanaman, tempat transportasi air, unsur hara dan hasil fotosintesis. Hal ini dapat dipengaruhi oleh floem dan xylem. Kelapa sawit sebagai tanaman monokotil memiliki susunan xylem dan floem yang menyebar pada batang. Selain itu, tanaman ini tidak berkambium sehingga hasil fotosintesis disebarkan dari daun ke seluruh bagian tanaman. Kokohnya batang kelapa sawit dapat disebabkan oleh penyusun dinding sel yang terdiri dari lignin, selulosa dan hemiselulosa. Berdasarkan penelitian Noparat *et al.* (2011) kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa pada batang kelapa sawit tua berturut-turut (10,74-18,47%), (31,28-42,85%) dan (19,73-25,56%). Sementara itu, Wahyuni (2022) melaporkan bahwa batang kelapa sawit terususun atas penyusun dinding sel yang terdiri dari lignin (18-33%), selulosa (39-55%), dan hemiselulosa (21-24%). Tanaman kelapa sawit yang tua atau telah berumur 25 tahun memiliki kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang berbeda-beda sesuai dengan ketinggian dan posisi batang kelapa sawit tua. Kandungan selulosa dan hemiselulosa bagian ujung batang kelapa sawit yang masih muda lebih besar dibandingkan dengan bagian bawah dekat akar sedangkan, untuk komposisi lignin sebaliknya.

Batang kelapa sawit tua berdasar dari posisi batang memiliki nilai kadar air terbesar dibagian bawah dan semakin mengecil pada bagian atas. Hal ini disebabkan oleh berat batang kelapa sawit pada bagian pangkal lebih besar dari bagian tengah dan atas (Iswanto dkk., 2010). Selain itu, adanya gaya gravitasi bumi dapat mempengaruhi kadar air pada batang kelapa sawit, karena dapat

menyebabkan pengiriman air ke bagian yang lebih tinggi memerlukan tekanan kapiler yang lebih besar (Bakar *et al.*, 1998).

2.2 Nira Kelapa Sawit

Nira merupakan cairan yang diperoleh dari hasil penyadapan tandan bunga, baik jantan maupun betina dari tanaman tertentu dan memiliki rasa manis. Biasanya tandan bunga jantan lebih sering disadap karena dapat menghasilkan jumlah nira yang lebih banyak dan kualitasnya lebih baik dibanding dengan tandan betina. Beberapa jenis tanaman yang dapat menghasilkan nira diantaranya aren, kelapa, siwalan, sagu, dan kelapa sawit (Wilberta dkk., 2021).

Menurut BPPSDM (2010), batang kelapa sawit dapat menghasilkan nira kurang lebih 10 liter perharinya (dengan cara penyadapan) selama 1 bulan untuk 1 pohon yang ditumbangkan. Berdasarkan penelitian Elvina (2018) nira yang disadap memiliki pH 6,67, total gula sebesar 17,60%, gula pereduksi 0,72, sukrosa 15,89% dan total mikroba 4,92 log CFU/mil. Sementara itu, nira yang diperoleh dengan metode pengepressan memiliki pH rata-rata 5,16, glukosa sebesar 26,73 g/L, sukrosa 10,10g/L dan fruktosa 5,89 g/L (Bukhari *et al.*, 2019). Peneliti lain juga melaporkan bahwa nira dari batang kelapa sawit yang kira-kira berumur 20 tahun dan diperoleh dengan cara pengepresan mengandung glukosa 55,69 g/L, fruktosa 40,10 g/L, dan sukrosa 3,89 g/L (Sealee, 2022).

Nira yang baik dapat dipengaruhi oleh waktu keluarnya air nira pada saat penyadapan. Umumnya penyadapan dapat dilakukan sebanyak 2 kali sehari, yaitu sekitar 8 – 14 jam sekali. Nira yang telah disadap harus segera dilakukan pemanasan agar tidak terjadi fermentasi. Waktu terjadinya fermentasi pada nira sekitar 4 jam setelah penyadapan (Widyaningsih dkk, 2023). Fermentasi dapat terjadi karena kandungan sukrosa yang tinggi dalam nira terkontaminasi oleh mikroba sehingga mudah mengalami kerusakan. Sukrosa dalam nira akan terpecah menjadi gula pereduksi sehingga pada reaksi ini terjadi inversi apabila nira sedikit asam dan terdapat enzim β -fruktofuronosidase. Selanjutnya glukosa

atau fruktosa hasil hidrolisis akan berubah menjadi etanol yang dibantu oleh *Saccharomyces cerevisiae*, *Leuconostoc mesenteroides*, dan *Lactobacillus* yang dapat menghasilkan asam-asam organik melalui proses fermentasi (deMan, 1997; Mussa, 2014). Terjadinya proses fermentasi dapat membuat pH nira menurun.

Penyadapan nira kelapa sawit memiliki dua cara. Pertama dengan mengiris tangkai bunga yang seludangnya belum membuka. Cara ini dilakukan dengan memangkas pelepah daun di sekitar tempat penyadapan kemudian tangkai bunga dilubangi sedalam 2,54 cm. Nira yang dihasilkan dengan cara ini memiliki aroma dan rasa yang khas, namun jumlahnya sedikit. Cara penyadapan yang kedua dilakukan setelah pohon ditumbang selama 3-7 hari. Kemudian untuk mencegah terjadinya pertumbuhan spora pada titik tumbuh batang, dilakukan pembersihan dengan membakar pelepah dan dibuat lubang sebanyak empat persegi panjang dengan kedalaman 7,5 – 10 cm. Nira yang dihasilkan dari pohon kelapa sawit yang ditumbang kemudian disadap memiliki jumlah yang berbeda-beda. Hal ini dapat dipengaruhi oleh lingkungan, musim, dan ketersediaan zat hara pada tanah tempat pohon tumbuh. Selain itu, umur pohon kelapa sawit juga dapat mempengaruhi jumlah nira yang dihasilkan. Menurut Gulo dkk. (2018) pohon kelapa sawit berumur 10, 15, dan 20 tahun akan menghasilkan nira berturut-turut sebesar 91,09 kg, 175, 30 kg, dan 199,28 kg. Selain dengan cara penyadapan, nira juga dapat dihasilkan dari proses ekstraksi dari batang kelapa sawit yang telah tua. Berdasarkan penelitian Murata *et al.*, (2013) nira dapat dihasilkan dengan cara menekan batang kelapa sawit tua yang telah dikecilkan ukurannya menggunakan alat press hidrolik.

2.3 Gula

Gula merupakan karbohidrat sederhana yang berfungsi sebagai sumber energi bagi tubuh (Sasongkowati, 2019). Gula memiliki bentuk yaitu kristal, balok, bubuk, dan cair. Umumnya gula yang dikonsumsi dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah gula yang tersusun dari sukrosa. Gula sukrosa dapat dihasilkan dari ekstrak tumbuhan seperti tebu, bit, kurma, kelapa, aren, dan stevia.

Selain itu, terdapat gula sederhana seperti glukosa yang dapat dihasilkan dari sukrosa yang dihidrolisis menggunakan enzim atau asam.

Gula memiliki berbagai macam bentuk yaitu kristal dan cair. Berdasarkan warnanya gula terbagi menjadi tiga yaitu gula kristal putih, *raw sugar*, dan gula rafinasi. Gula kristal putih terbuat dari nira tebu dan juga umbi bit. Gula ini memiliki bentuk kristal dengan ukuran 0,8-1,2 mm, berwarna putih, dengan rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$ (Hartanto dkk, 2020). Kualitas gula kristal putih yang baik dipengaruhi oleh proses pemurnian pada nira. Proses pemurnian bertujuan untuk memisahkan zat-zat yang bukan gula dengan zat yang mengandung gula. Umumnya proses pemurnian memiliki tiga cara yaitu proses defekasi, sulfitasi, dan karbonatasi (Hartanto, 2014). Selanjutnya ada *raw sugar* yaitu gula yang berasal dari bahan baku tebu yang memiliki bentuk kristal dan warnanya coklat. *Raw sugar* juga dikenal dengan gula mentah yang didapatkan dari pabrik penggilingan tebu. Kemudian gula mentah (*raw sugar*) dapat diolah lebih lanjut menjadi gula rafinasi. Gula rafinasi atau sering dikenal dengan gula industri yang diproduksi dari gula mentah (*raw sugar*) sebagai bahan baku dalam industri karena memiliki tingkat kemurnian yang lebih tinggi dibanding gula kristal putih. Gula ini memiliki bentuk kristal yang lebih halus dan warna yang lebih putih dari gula kristal putih (Fajrin dkk., 2015).

Gula cair adalah salah satu produk yang digunakan sebagai bahan pemanis makanan dan minuman yang berbentuk cairan, tidak berbau dan berwarna, tetapi memiliki rasa manis yang tinggi (Ariyanto, 2022). Gula cair atau sirup glukosa merupakan larutan kental golongan monosakarida yang diperoleh dari pati dengan cara hidrolisis dan menggunakan katalis asam atau enzim yang kemudian dimurnikan serta dikentalkan. Selain berbahan pati, gula cair juga dapat dibuat dari nira dengan proses yang lebih sederhana yaitu dipanaskan dalam panci terbuka di atas tungku berbahan kayu bakar dengan suhu $> 100^{\circ}\text{C}$ atau dapat menggunakan kompor. Selama pemanasan nira dilakukan pengadukan secara terus menerus hingga didapatkan cairan pekat berwarna coklat kental dengan total padatan terlarut 65°Brix (Phetrit *et al.*, 2020).

Kandungan gula cair tergantung pada proses produksinya. Gula cair dapat mengandung glukosa dengan konsentrasi sekitar 70-80% bahkan lebih dari itu (Varucha *et al.*, 2016). Selain itu, gula cair dari nira kelapa mengandung total fenol dan flavonoid yang tinggi yaitu berturut-turut 42,3 mg GAE/100g dan 25,2 mg RE/100g, sehingga gula cair ini lebih bermanfaat bagi kesehatan dibandingkan dengan gula tebu (Kusuma dkk., 2022). Sedangkan, apabila gula cair digunakan pada pembuatan produk maka akan memiliki beberapa kelebihan. Pada produk es krim, glukosa dapat menekan titik beku dan meningkatkan kehalusan tekstur, dapat membuat tekstur kue tidak mudah retak, dan pada permen dapat mencegah kerusakan mikrobiologis dan membuat tekstur halus (Suripto dkk., 2013). Selain itu, gula cair memiliki beberapa kelemahan antara lain dapat berpotensi dalam meningkatkan gula darah apabila dikonsumsi secara berlebih dan tidak mengandung nutrisi seperti serat, vitamin, maupun mineral (Varucha *et al.*, 2016). Standar mutu sirup glukosa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar mutu sirup glukosa berdasarkan SNI 2978:2021

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan	
			Sirup glukosa	Sirup glukosa kering
1	Keadaan :			
1.1	Warna	-	Normal	
1.2	Bau	-	Normal	
1.3	Rasa	-	Normal	
1.4	Bentuk	-	cairan kental	Bubuk
2	Padatan total	fraksi massa,%	min. 70	min. 93
3	<i>Dextrose Equivalent</i> (DE)	fraksi massa,%	min. 20	
4	Abu sulfat	fraksi massa,%	maks. 1,0	
5	Cemaran logam berat			
5.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,25	
5.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,20	
5.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40	
5.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03	
5.5	Arsen (As)	mg/kg	maks. 1,0	

Sumber : BSN, 2021

2.4 Uji Sensori

Pengujian sensori merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur, menganalisis, dan menginterpretasikan respon yang ditangkap oleh indera penglihatan, penciuman, perasa, peraba, dan pendengaran terhadap suatu produk pangan (Lawles dan Heyman, 2010). Adapun atribut sensori diantaranya penampilan atau penampakan, aroma, *mouthfeel* (rasa), dan *aftertaste* (rasa yang timbul setelah mengonsumsi produk). Penampilan merupakan salah satu aspek penting dalam produk. Konsumen dalam mempertimbangkan suatu produk akan melihat tampilan terlebih dahulu dibandingkan dengan atribut lainnya. Penampilan produk yang baik dan bagus akan membuat konsumen menilai bahwa produk tersebut memiliki rasa yang enak dengan kualitas yang baik (Tarwendah, 2017).

Aroma merupakan hasil dari produk yang dapat dirasakan oleh indera penciuman yang tercium oleh saraf-saraf olfaktori karena timbulnya respon terhadap rangsangan kimia. Senyawa kimia yang dapat memberikan aroma dapat ditemukan dalam makanan, anggur, rempah-rempah, minyak wangi, dan minyak essensial. Selain penampilan dan aroma atribut sensori yang seringkali dijadikan parameter dalam mutu sensori suatu produk yaitu rasa. Adanya kandungan cita rasa dalam produk dapat menimbulkan sensasi sehingga dapat dirasakan oleh indera pengecap. Terdapat empat rasa dasar yaitu manis, asin, pahit dan asam. Tekstur juga merupakan atribut sensori yang diperoleh dari perpaduan sifat fisik seperti ukuran, bentuk, jumlah dan unsur pembentukan dari suatu bahan yang dapat dirasakan oleh indera perasa dan peraba (Midayanto dan Yuwono, 2014).

Pengujian sensori dapat melibatkan pengukuran yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif. Contoh pengukuran secara kuantitatif pada produk sirup yaitu dapat menggunakan skala kemanisan yang pengujiannya dapat dibandingkan dengan larutan gula. Sedangkan, secara kualitatif produk sirup dapat dinilai dengan menentukan sirup X lebih manis dari sirup Y (Setyaningsih dkk., 2010). Sedangkan dasar dari pengujian sensori bersifat objektif dan subjektif. Secara

objektif pengujian sensori ingin menjawab pertanyaan dasar yang menilai suatu produk dengan perbedaan dan deskripsi, sedangkan subjektif berkaitan dengan kesukaan dan penerimaan. Selain itu, perbedaan dari dua pengujian ini terdapat pada panelis yang akan digunakan. Pengujian objektif pada evaluasi atribut sensori dilakukan oleh panelis yang terlatih. Sedangkan untuk pengujian subjektif evaluasi atribut sensori dilakukan oleh panelis tidak terlatih (Kemp *et al.*, 2009). Uji perbedaan bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan sifat sensori antara dua atau lebih sampel. Beberapa jenis uji perbedaan diantaranya uji A-bukan A, uji perbandingan pasangan (*Paired Comparison Test*), uji segitiga (*Triangle Test*), uji duo-trio, uji pembandingan ganda (*Dual Standard*), uji perbandingan jamak (*Multiple Comparison Test*), uji dua dari lima (*Two-Out-of-Five Test*), dan uji rangking. Sementara untuk uji kesukaan dan penerimaan atau disebut dengan uji afeksi bertujuan untuk mengetahui respon dari setiap individu yang berupa penerimaan atau kesukaan konsumen terhadap suatu produk. Adapun kelompok uji penerimaan yaitu uji hedonik, uji mutu hedonik, dan uji mutu skalar (Setyaningsih dkk., 2010).

Uji deskriptif bertujuan untuk menentukan karakteristik produk dan intensitas dari produk tersebut. Uji ini dapat memberikan hasil deksripsi yang cukup lengkap dan mendetail mengenai karakteristik dari produk pangan. Selain itu, uji ini banyak digunakan untuk mengetahui penerimaan dari suatu produk, pengendalian mutu, dan pertimbangan untuk pengembangan produk (Tarwendah, 2017). Adapun beberapa uji yang termasuk ke dalam uji deskripsi diantaranya uji *scoring/scaling*, uji *flavor profile & texture profile*, *Qualitative Descriptive Analysis* (QDA), *Spectrum Descriptive Analysis* dan *Free Choice Profiling* (Setyaningsih dkk., 2010).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, dan Pengelolaan Limbah Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Februari-April 2024.

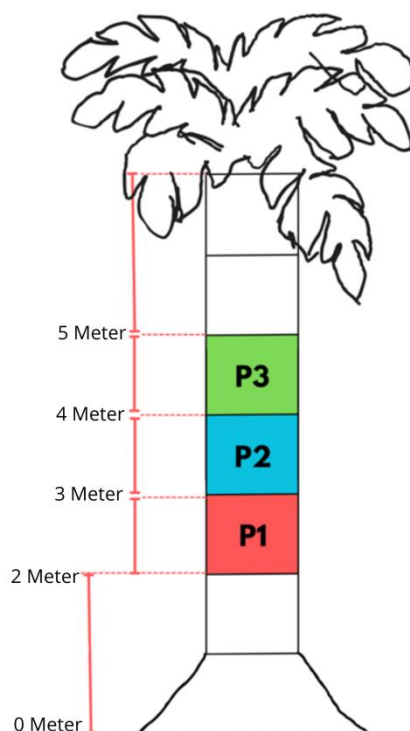
3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira yang di ekstrak dari batang kelapa sawit tua berumur 27 tahun yang diperoleh dari perkebunan kelapa sawit rakyat di daerah Karang Anyar, Lampung Selatan, aquades, NaOH, reagen DNS (3.5 dinitrosalicylic acid), ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), reagen *Folin-Ciocalteu*, natrium karbonat (Na_2CO_3), etanol dan asam galat. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *chainsaw*, *screw press*, mesin *planer thicknesser*, jerigen, kain saring, tempat penampung nira, kompor, panci, spatula, termometer, pipet tetes, timbangan analitik, tabung reaksi, gelas ukur, labu ukur, vorteks, spektrofotometer, refraktometer dan tissue.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun secara non-faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 kali ulangan. Perlakuan berupa 3 taraf posisi bagian batang kelapa sawit tua yaitu 2-3, 3-4, dan 4-5 meter dari tanah (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan dengan cara, satu pohon kelapa sawit tua diekstrak

sesuai dengan perlakuan dalam satu waktu. Selanjutnya nira dibuat menjadi gula cair dan dibagi menjadi 5 untuk dijadikan ulangan. 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 ada tidaknya pengaruh perlakuan. Perlakuan yang dinyatakan berpengaruh nyata akan dianalisis menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Sedangkan untuk analisis sensori menggunakan parameter organoleptik uji skoring dan uji hedonik berdasarkan tingkat kepercayaan 95% dari panelis. Data yang diperoleh kemudian ditabulasikan dalam tabel dan dihitung total perlakuan ($Y_i.$), total kelompok ($Y_{.j}$), total umum ($Y_{..}$), dan dihitung juga pada setiap perlakuan dan kelompok ΣY^2 . Selanjutnya dilakukan analisis sidik ragam dan uji lanjut dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk membedakan sampel yang satu dengan yang lain (Setyaningsih dkk., 2010).



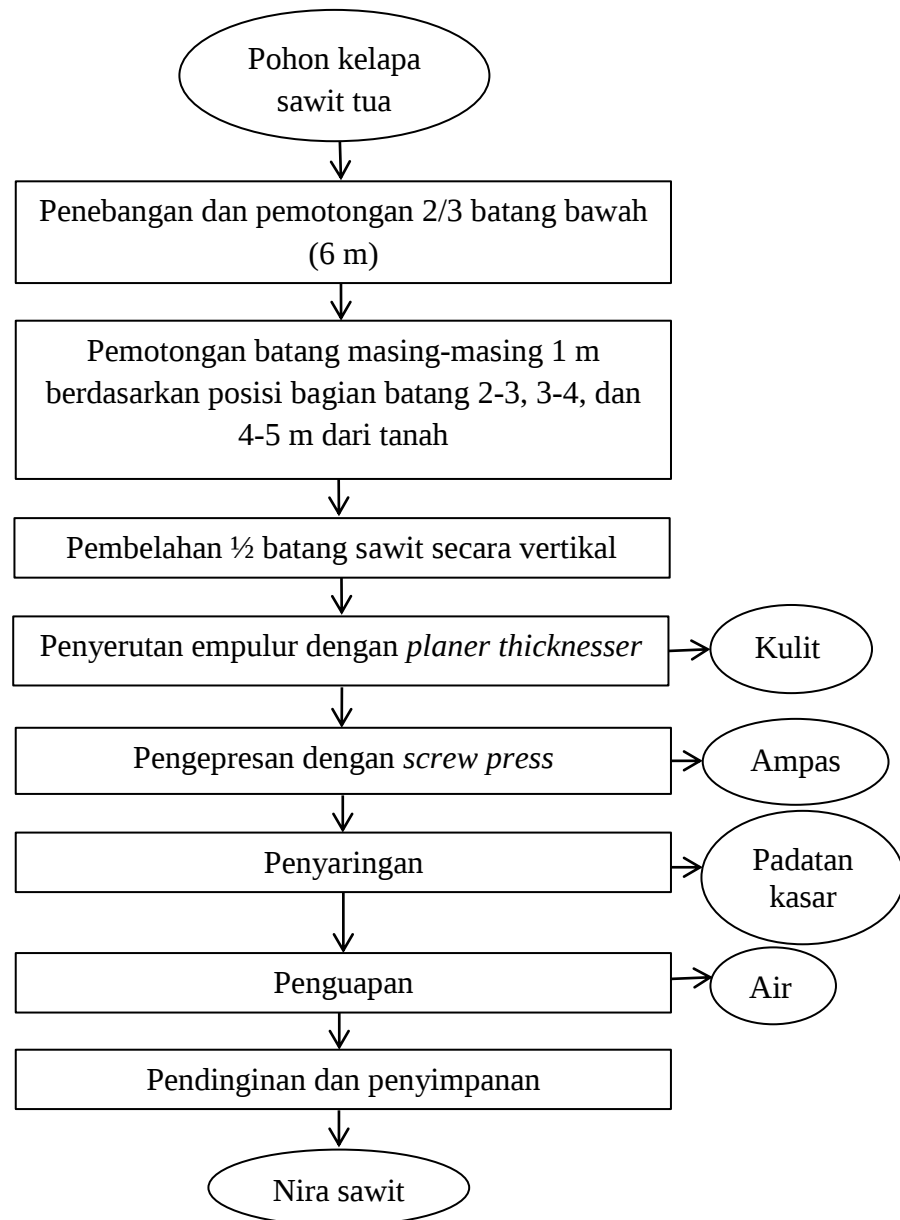
Gambar 1. Persiapan batang sampel kelapa sawit tua
Sumber : Yamada *et al.* (2010) yang dimodifikasi

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Awal penelitian dilakukan dengan ekstraksi nira sawit dan proses pembuatan gula cair. Selanjutnya dilakukan pengujian mutu kimia dan sensori pada gula cair.

3.4.1 Ekstraksi Nira Kelapa Sawit

Proses ekstraksi nira dari batang kelapa sawit tua dilakukan dengan menebang pohon kelapa sawit yang telah tua atau sudah tidak produktif sepanjang $\frac{2}{3}$ dari bagian batang bawah (6 m). Kemudian dilakukan pemotongan berdasarkan perlakuan yaitu bagian batang 2-3, 3-4, dan 4-5 meter diukur dari batang kelapa sawit bagian bawah. Batang kelapa sawit dibelah sebanyak $\frac{1}{2}$ bagian secara vertikal lalu dilakukan penyerutan empulur batang kelapa sawit menggunakan mesin *planer thicknesser* hingga menjadi serpihan dan menghasilkan kulit batang. Selanjutnya pengepresan dengan *screw press* sehingga menghasilkan nira dan ampas. Air nira yang diperoleh dilakukan penyaringan sampai didapatkan nira yang telah bebas dari kotoran kemudian dilakukan penguapan sampai mendidih. Penguapan ini bertujuan untuk membunuh mikroba awal yang menyebabkan nira rusak atau terfermentasi. Selanjutnya nira didinginkan hingga suhu ruang lalu dimasukkan dalam *refrigerator* pada suhu $\pm -20^{\circ}\text{C}$. Alur proses ekstraksi nira dari batang kelapa sawit tua disajikan dalam Gambar 2.

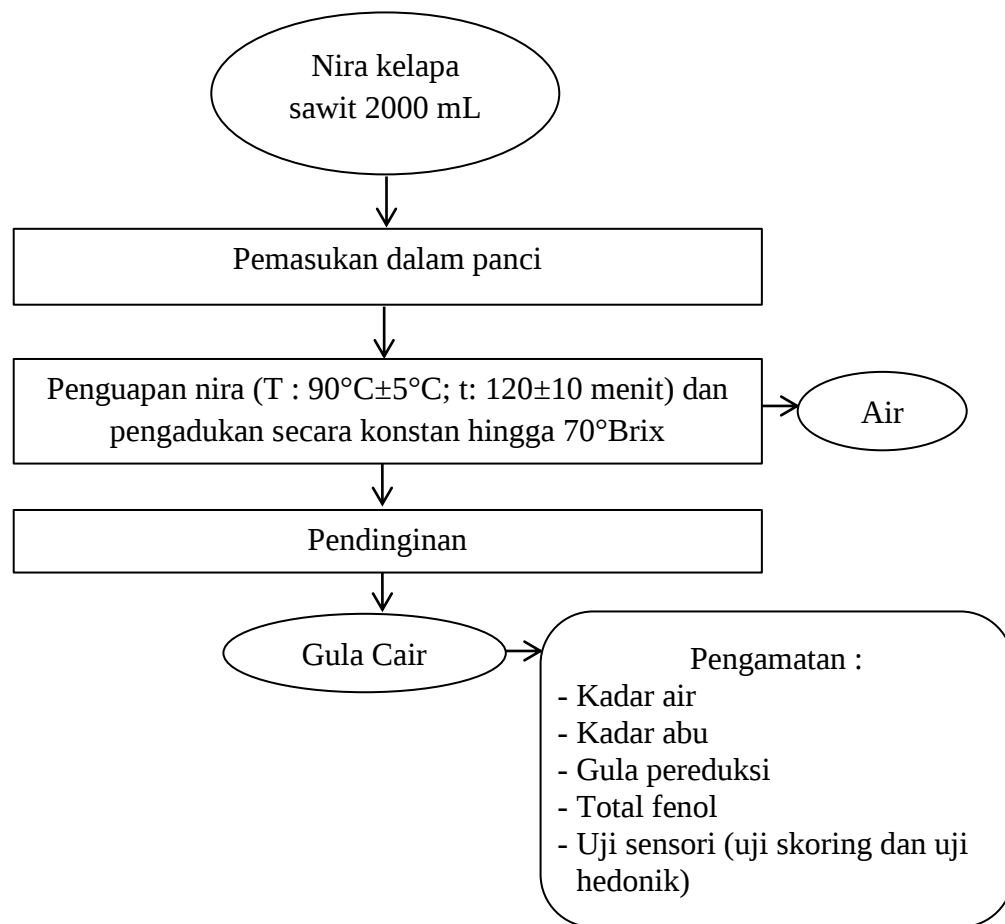


Gambar 2. Alur Proses ekstraksi nira dari batang kelapa sawit tua
Sumber: Hossain *et al.* (2018) yang dimodifikasi

3.4.2 Proses Pembuatan Gula Cair

Proses pembuatan gula cair dari nira batang kelapa sawit dimulai dengan menguapkan nira yang telah didapatkan sebanyak 2000 mL menggunakan panci secara terbuka. Suhu yang digunakan $90^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 120 ± 10 menit dan dilakukan pengadukan sehingga nira mendapatkan panas yang merata.

Penggunaan suhu dan waktu pemasakan dilakukan berdasarkan *trial and error*. Apabila terdapat busa yang mengapung selama proses pemasakan dilakukan pembuangan. Proses pemasakan dihentikan apabila gula cair sudah mencapai tingkat kepekatan 70°Brix. Selanjutnya dilakukan pendinginan hingga suhu ruang. Selanjutnya, dilakukan pengamatan kadar air, kadar abu, gula pereduksi, total fenol, dan uji sensori. Alur proses pembuatan gula cair dari nira batang kelapa sawit tua disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Alur Proses pembuatan gula cair dari nira batang kelapa sawit tua
Sumber : Sjarif dkk. (2021) yang dimodifikasi

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap gula cair meliputi kadar air (AOAC, 2016), kadar abu (AOAC, 2016), gula pereduksi (Miller, 1959; Hidayat dan Yunita,

2022), total fenol (Trinh *et al.*, 2022), uji sensori (Setyaningsih dkk., 2010) yang terdiri dari uji skoring (warna, rasa, aroma dan *aftertaste*) dan uji hedonik (warna, rasa, aroma dan penerimaan keseluruhan).

3.5.1 Kadar Air

Pengujian kadar air pada penelitian ini menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2016). Tahap pertama yang dilakukan yaitu pengeringan cawan porselin menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 30 menit. Setelah itu, cawan didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang beratnya. Selanjutnya menimbang sampel dengan berat 2 gram dan diletakan dalam cawan. Kemudian cawan berisi sampel dimasukkan dalam oven selama 4-6 jam pada suhu 105°C. Selanjutnya sampel dikeluarkan dari oven dan dimasukkan dalam desikator selama 15 menit, lalu berat cawan beserta sampel ditimbang. Proses ini dilakukan hingga mendapatkan berat yang konstan. Perhitungan kadar air dilakukan menggunakan rumus berikut.

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

Keterangan :

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g)

C : berat cawan + sampel kering (g)

3.5.2 Kadar Abu

Pengujian kadar abu pada penelitian ini menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2016). Pengujian diawali dengan mengeringkan cawan porselin dengan oven pada suhu 105°C selama 60 menit. Setelah itu, cawan didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang beratnya. Selanjutnya menimbang sampel dengan berat 2 gram dan diletakan dalam cawan. Sampel dibakar di atas nyala api pembakar hingga tidak menimbulkan asap, lalu dilakukan pengabuan dengan

menggunakan tanur pada suhu 600°C selama 6 jam hingga terbentuk abu berwarna putih. Kemudian sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Perhitungan kadar abu ditentukan dengan rumus berikut :

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

Keterangan :

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g)

C : berat cawan + sampel kering (g)

3.5.3 Gula Pereduksi

Pengujian gula pereduksi dilakukan dengan metode DNS (3.5 *dinitrosalicylic acid*) yang mengacu pada penelitian Miller (1959) dalam Hidayat dan Yunita., (2022) yang dimodifikasi. Pengujian ini meliputi pembuatan reagen, pembuatan kurva standar, dan pengujian sampel.

3.5.3.1 Pembuatan Reagen

Penimbangan DNS (3.5 dinitrosalicylic acid) 98% sebanyak 1 gram dan ditambahkan 20 mL NaOH 2M, lalu larutan dihomogenkan menggunakan waterbath. Selanjutnya larutan didinginkan dan ditambahkan 30 gram kalium natrium tartrat ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). Larutan diamsukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades hingga batas tera, lalu dihomogenkan.

3.5.3.2 Pembuatan Kurva Standar Gula Pereduksi

Pertama dilakukan pembuatan larutan induk dengan melarutkan 0,01 gram glukosa ke dalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan aquades hingga mencapai batas tera. Selanjutnya dilakukan satu seri pengenceran larutan induk berturut-turut 50, 75, 100, 125, 150, 175, dan 200 ppm. Setiap sampel diambil 0,5 mL lalu

dimasukkan dalam tabung reaksi. Kemudian masing-masing tabung reaksi ditambahkan 0,5 mL reagen DNS dan dipanaskan dalam air mendidih selama 5 menit. Setelah dingin, masing-masing larutan ditambahkan aquades hingga volume akhir 5 mL dan dilakukan pembacaan absorban menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 496 nm. Panjang gelombang ini digunakan karena dari larutan dibuat akan mengalami reaksi yang menghasilkan warna yang terlihat pada sampel dan diserap yaitu kuning dan biru. Kurva standar yang telah dibuat digunakan untuk menghitung gula pereduksi pada gula cair, dengan sumbu X sebagai konsentrasi glukosa dan sumbu Y sebagai absorbansi.

3.5.3.3 Pengujian Sampel Gula Pereduksi

Pengujian gula pereduksi pada sampel gula cair dilakukan dengan cara sampel sebanyak 0,5 mL dimasukkan dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan reagen DNS 0,5 mL. Selanjutnya dipanaskan dalam air mendidih selama 5 menit. Setelah dingin, larutan ditambahkan aquades hingga volume akhir 5 mL. Reaksi ini akan menghasilkan sampel dengan warna yang terlihat dan yang akan terserap berturut-turut yaitu kuning dan biru. Sehingga, dilakukan pembacaan absorbansi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 496 nm.

3.5.4 Total Fenol

Pengujian total fenol menggunakan metode *Folin-Ciocalteu* dengan standar asam galat yang dikembangkan oleh Swain and Hillis (1959) yang telah dimodifikasi dalam penelitian (Trinh *et al.*, 2022). Metode ini menggunakan prinsip oksidasi dari senyawa fenol dalam suasana basa dari pereaksi *Folin-Ciocalteu* yang menghasilkan larutan berwarna biru. Pengujian ini terdapat dua tahap yaitu pembuatan kurva standar asam galat dan pengujian sampel.

3.5.3.4 Pembuatan Kurva Standar

Kurva standar fenol menggunakan asam galat yang dibuat dengan cara 10 mg asam galat lalu dilarutkan dengan aquades hingga 10 mL. Kemudian dibuat seri pengenceran larutan induk asam galat berturut-turut 20, 40, 60, 80, 100, 120 dan 140 ppm. Kemudian dari masing-masing larutan diambil sebanyak 0,5 mL dan ditambahkan 0,5 mL reagen Folin 50% lalu divortex. Setelah itu ditambahkan (Na_2CO_3) 20% sebanyak 4 mL dan diinkubasi selama 30 menit pada ruangan gelap. Proses ini menghasilkan sampel dengan warna yang terlihat yaitu hijau kebiruan sehingga warna yang akan diserap yaitu merah. Maka dari itu, pembacaan absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 742 nm.

3.5.3.5 Pengujian Sampel Total Fenol

Pengujian fenol menggunakan sampel gula cair diambil sebanyak 0,5 mL dan dimasukkan dalam tabung reaksi lalu ditambahkan 0,5 mL reagen *Folin-Ciocalteu* 50%. Homogenisasi larutan dilakukan dengan menggunakan vorteks lalu, larutan tersebut ditambahkan 4 mL larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) 20% dan diinkubasi selama 30 menit dalam ruangan gelap. Proses ini menghasilkan sampel dengan warna yang terlihat yaitu hijau kebiruan sehingga warna yang akan diserap yaitu merah. Maka dari itu, pembacaan absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 742 nm. Hasil yang diperoleh diplotkan terhadap kurva standar asam galat dengan menggunakan persamaan regresi linier ($y = ax + c$).

Keterangan :

y = Absorbansi sampel

x = Konsentrasi ekuivalen asam galat

a = Gradien

c = Intersef

3.5.5 Uji Sensori

Pengujian sensori terdiri dari dua uji yaitu uji skoring dan uji hedonik.

3.5.5.1 Uji Skoring

Pengujian skoring mengacu pada (Setyaningsih dkk., 2010) uji skoring digunakan untuk melakukan penilaian terhadap warna, rasa, dan aroma dalam bentuk skala garis yang akan menghasilkan data interval. Panelis yang digunakan dalam uji skoring yaitu panelis terlatih yang terdiri dari 8 orang yang memiliki tingkat kepekaan cukup baik. Panelis terlatih didapatkan melalui persiapan panelis yang meliputi 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 dari kuesioner ini dapat menunjukkan kebersediaan panelis untuk mengikuti tahapan uji dari awal sampai akhir penelitian, mengetahui atribut sensori gula cair, dan memiliki kesehatan indera penglihatan, pengecap, dan penciuman yang baik. Kuesioner yang digunakan dalam wawancara disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kuesioner wawancara calon panelis

Kuesioner Wawancara Calon Panelis	
Hari, Tanggal	:.....
Nama Lengkap	:.....
Jenis Kelamin	:.....
No. Handphone	:.....
Instruksi : Pilihlah jawaban pada setiap pertanyaan dengan memberikan tanda centang (✓) pada setiap pertanyaan yang Anda pilih.	
1. Apakah Anda memiliki waktu luang antara bulan Januari sampai Maret dan bersedia mengikuti serangkaian tahap seleksi, pelatihan, dan pengujian skoring gula cair ketika terpilih menjadi panelis terlatih? ☐ Ya ☐ Tidak	4. Apakah Anda memiliki kesulitan dalam membedakan warna tertentu dalam suatu objek? ☐ Ya ☐ Tidak
2. Apakah Anda pernah mengonsumsi gula cair ? ☐ Ya ☐ Tidak	5. Apakah Anda sedang dalam kondisi hiposmia (menurunnya kemampuan untuk mendeteksi bau) ? ☐ Ya ☐ Tidak
3. Jika pernah, seberapa sering Anda 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 anda seorang perokok aktif? ☐ Ya ☐ Tidak
	7. Apakah Anda 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 yang memiliki kriteria kesehatan indera penglihatan, pengecap, dan penciuman yang baik serta bersedia untuk meluangkan waktunya dalam proses persiapan panelis dapat mengikuti tahap seleksi. Tahap seleksi dilakukan bertujuan untuk menilai kepekaan alat indra dari calon panelis dalam menguji suatu sampel. Pengujian ini menggunakan metode uji segitiga yang akan menilai sensitivitas panelis berdasarkan kemampuannya dalam membedakan sampel yang hampir sama. Pengujian dilakukan dengan menilai rasa manis dan warna coklat. Sampel rasa manis menggunakan larutan gula dengan konsentrasi 3,5% dan 5% dan warna coklat menggunakan teh yang dilarutkan dengan konsentrasi 1% dan 1,3%. Pengujian ini dilakukan satu persatu terhadap warna coklat dan rasa manis. Calon panelis akan melaksanakan sebanyak 5 kali pengujian dan setiap satu kali pengujian akan menerima satu set sampel yang terdiri dari 3 sampel berkode 3 angka acak. Calon panelis diminta untuk memilih satu sampel yang berbeda diantara 3 sampel yang disajikan dan ditulis pada lembar kuesioner.

Panelis yang memberikan respon benar akan mendapatkan nilai 1 sedangkan respon salah mendapat nilai 0. Panelis yang dinyatakan lolos uji segitiga yaitu yang mampu memberikan respon benar $\geq 60\%$ dari jumlah set pengujian yang disajikan dari masing-masing parameter. Panelis yang lolos tahap seleksi akan melanjutkan ke tahap pelatihan. Kuesioner yang digunakan dalam uji segitiga disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Kuesioner uji segitiga rasa manis

<u>Kuesioner Uji Segitiga Rasa Manis</u>		
Nama	:.....	
Tanggal pengujian	:.....	
Instruksi : Di hadapan Anda 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 $\surd$ pada kolom di samping kode sampel yang anda pilih.		
Set	Kode Sampel	Sampel Berbeda
1	894	
	569	
	316	
2	758	
	495	
	689	
3	176	
	527	
	382	
	915	
	631	
	853	
5	625	
	290	
	507	

Tabel 4. Kuesioner uji segitiga warna

<u>Kuesioner Uji Segitiga Warna</u>		
Nama	:.....	
Tanggal pengujian	:.....	
Instruksi : Di hadapan Anda 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 $\surd$ pada kolom di samping kode sampel yang anda pilih.		
Set	Kode Sampel	Sampel Berbeda
1	345	
	910	
	623	
2	760	
	125	
	512	
3	290	
	583	
	716	
4	905	
	662	
	417	
5	265	
	118	
	743	

3. Pelatihan

Panelis yang terpilih pada tahap seleksi, selanjutnya diberi latihan untuk meningkatkan kemampuannya dalam mengidentifikasi sampel yang akan diuji. Latihan bertujuan untuk membantu panelis melakukan pengujian dengan benar dan andal. Pada tahap ini panelis akan dijelaskan mengenai tugas-tugas, penggunaan atau pemahaman terhadap kuesioner, karakteristik sampel yang akan diuji, dan cara menyampaikan respon. Pelatihan yang akan dilakukan yaitu pengujian dengan skala terhadap sampel yang memiliki parameter yang mirip dengan produk yaitu rasa manis, warna kuning, *aftertaste* dan aroma khas kelapa sawit. Kuesioner pelatihan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kuesioner pelatihan panelis

Kuesioner Pelatihan Panelis	
Formulir Uji	: Uji Skala
Nama	:
Tanggal	:
Petunjuk	: Berilah tanda (X) pada garis skala dengan titik yang sesuai penilaian Anda
Rasa	
	Kurang manis Sangat manis 1 5
871	
743	
951	
Aftertase pahit	
	Sangat tidak pahit Sangat pahit 1 5
582	
901	
627	
Warna	
	Kuning Coklat kehitaman 1 5
698	
247	
105	
Aroma	
	Menyimpang Harum khas sawit 1 5
354	
741	
932	

4. Evaluasi

Setelah dilakukan pelatihan, kemampuan panelis akan dievaluasi dengan menilai sampel menggunakan uji rangking. Sampel yang digunakan berupa gula cair dari nira batang kelapa sawit tua dengan berbagai konsentrasi. Tahap evaluasi akan dilakukan sebanyak 10 kali pengujian. Panelis diminta untuk merangking sampel berdasarkan tingkatannya, lalu panelis dengan benar minimal 6 akan dinyatakan lolos sebagai panelis terlatih. Kemudian panelis yang dinyatakan lolos pada tahap ini akan melakukan uji skoring pada produk gula cair nira sawit yang sebenarnya. Kuisisioner yang digunakan dalam tahap evaluasi disajikan pada Tabel 6 dan 7. Sedangkan kuisisioner uji skoring gula cair nira sawit disajikan dalam Tabel 8. Hasil data skoring yang diperoleh diolah menggunakan ANOVA.

Tabel 6. Kuesioner uji rangking parameter rasa manis

Kuesioner Evaluasi Pelatihan Panelis Rasa Manis			
Nama	:.....	Tanggal	:.....
Produk	: Gula Cair Kelapa Sawit		
Instruksi : Urutkan tingkat kemanisan dari gula cair berikut. Nilai 1 untuk sangat manis, 2 untuk tingkat kemanisan ke 2, dan 3 untuk tingkat kemanisan yang paling kecil. Tuliskan kode sampel sesuai dengan tingkat kemanisan pada kolom yang tersedia dibawah ini.			
Set	Rangking		
	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Tabel 7. Kuesioner uji rangking parameter aroma

Kuesioner Evaluasi Pelatihan Panelis Aroma Khas Batang Kelapa Sawit

Nama : Tanggal :

Produk : Gula Cair Kelapa Sawit

Instruksi : Urutkan tingkat kekhasan batang kelapa sawit dari gula cair berikut.
 Nilai 1 untuk sangat khas batang kelapa sawit, 2 untuk tingkat kekhasan ke 2,
 dan 3 untuk tingkat kekhasan yang paling kecil.

Tuliskan kode sampel sesuai dengan tingkat kekhasan pada kolom yang tersedia dibawah ini.

Set	Rangking		
	1	2	3
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Tabel 8. Kuesioner uji skoring gula cair nira batang kelapa sawit tua

Kuesioner Uji Skoring	
Nama	: Tanggal :.....
Produk	: Gula Cair Kelapa Sawit
Dihadapan Anda disajikan 3 sampel gula cair dari nira batang kelapa sawit tua. anda diminta untuk mengevaluasi sampel tersebut satu persatu yang terdiri dari warna, rasa, dan aroma. Berikan penilaian anda dengan memberikan tanda “X” pada titik yang sesuai dengan penilaian Anda.	
Warna	
	Kuning Coklat kehitaman 1 5
639	
362	
453	
Rasa	
	Kurang manis Sangat manis 1 5
639	
362	
453	
Aftertaste	
	Tidak pahit Sangat pahit 1 5
639	
362	
453	
Aroma	
	Menyimpang Harum khas sawit 1 5
639	
362	
453	

3.5.5.2 Uji Hedonik

Uji hedonik dilakukan untuk menilai warna, rasa, aroma, dan penerimaan keseluruhan. Panelis yang digunakan dalam uji hedonik merupakan panelis tidak terlatih sebanyak 30 orang. Gula cair nira sawit sebanyak 3 sampel dimasukkan ke masing-masing wadah yang telah diberikan label 3 angka acak dan air mineral. Panelis kemudian memberikan skor 1-5 berdasarkan tingkat kesukaan terhadap sampel pada lembar kuesioner yang telah disediakan (Setyaningsih dkk., 2010). Kuesioner uji hedonik gula cair nira sawit disajikan dalam Tabel 9

Tabel 9. Kuesioner uji hedonik gula cair nira batang kelapa sawit tua

Kuesioner Uji Hedonik			
Nama Panelis : Tanggal : Produk : Gula Cair Kelapa Sawit			
Di hadapan Anda disajikan 3 sampel gula cair nira batang kelapa sawit tua. Anda diminta untuk mengevaluasi sampel gula cair nira kelapa sawit berdasarkan tingkat kesukaan Anda. Berikan penilaian Anda dengan cara menuliskan skor di bawah kode sampel penilaian berikut :			
Penilaian	Kode sampel		
	639	362	453
Warna			
Rasa			
Aroma			
Penerimaan Keseluruhan			
Keterangan : 1 : Sangat tidak suka 2 : Tidak suka 3 : Agak suka 4 : Suka 5 : Sangat suka			

3. 6 Penentuan Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik pada sebuah produk dapat ditentukan dengan membandingkan parameter mutu sensori, kimia, dan fisik. Penentuan perlakuan terbaik dalam penelitian ini dilakukan dengan metode uji efektivitas pembobotan dengan prinsip penjumlahan skor atau bobot yang diberikan sesuai dengan kontribusi dari setiap parameter terhadap perlakuan (De Garmo, 1984). 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 pertama kali dilakukan dengan memberikan bobot setiap parameter yang terdiri dari kadar air, kadar abu, gula pereduksi, total fenol, uji skoring (warna, rasa, aroma, dan *aftertaste*), dan uji hedonik (warna, rasa, aroma, dan penerimaan keseluruhan) sesuai dengan tingkat prioritas parameter. Kemudian dari setiap perlakuan ditentukan nilai terbaik dan nilai terburuk. Parameter yang dianalisis terdapat dua kelompok. Pertama terdiri dari parameter yang semakin tinggi nilai rata-rata antarperlakuan maka akan semakin baik (nilai terbaik). Sementara itu, terdapat juga parameter yang semakin rendah nilai rata-rata antarperlakuan akan semakin baik (nilai terbaik). Setelah menentukan nilai terbaik dan terburuk dilakukan perhitungan nilai efektivitas dan nilai hasil dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Nilai Efektivitas} = \frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbaik} - \text{nilai terjelek}}$$

$$\text{Nilai Hasil} = \text{Nilai Efektivitas} \times \text{Bobot parameter}$$

Nilai hasil dari semua parameter kemudian dijumlahkan dan perlakuan terbaik ditentukan dengan perlakuan yang memiliki nilai hasil tertinggi.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Posisi bagian batang kelapa sawit tua berpengaruh terhadap mutu kimia gula cair yaitu kadar air dan total fenol, tetapi tidak memiliki pengaruh terhadap kadar abu dan gula pereduksi. Sedangkan terhadap mutu sensori berpengaruh juga pada warna dan rasa, tetapi tidak berpengaruh terhadap aroma, *aftertaste*, dan penerimaan keseluruhan.
2. Perlakuan P3 yaitu gula cair dari bagian batang kelapa sawit tua 5 meter dari tanah menghasilkan mutu kimia dan sensori terbaik. Gula cair ini memiliki mutu kimia untuk kadar air 35,05%, kadar abu 3,36%, gula pereduksi 40,95%, total fenol 35,09 mg GAE/100g. Sedangkan untuk mutu sensori, gula cair memiliki warna coklat, rasa manis, aroma sedikit khas sawit, tidak memiliki rasa pahit, dan penerimaan secara keseluruhan yang disukai oleh panelis.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini yaitu diperlukannya proses penguapan nira yang tepat agar gula cair yang dihasilkan mendapatkan hasil yang maksimal. Selain itu, batang kelapa sawit yang memiliki berberapa varietas sehingga diperlukan penambahan ulangan untuk melihat lebih banyak lagi pengaruh dari batang kelapa sawit tua terhadap gula cair yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, K. P. S., Siti, A. M., Ridzuan, R., Kamarudin, H., and Khairul A. 2008. Chemical composition, morphological characteristics, and cell wall structure of Malaysian oil palm fibers. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*. 47 (3) : 273-280.
- Afriza, R., dan Ismanilda. 2019. Analisis perbedaan kadar gula pereduksi dengan metode Lane Eynon dan Luff Schoorl pada buah naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium*. 2 (2) : 90-96.
- Agustira, M. A., Siahaan, D., dan Hasibuan, H. A. 2019. Nilai ekonomi nira sawit sebagai potensi pembiayaan peremajaan kebun kelapa sawit rakyat. *Jurnal penelitian Kelapa Sawit*. 27 (2) : 115-126.
- Andragogi, V., Bintoro, V. P., dan Susanti, S. 2018. Pengaruh berbagai jenis gula terhadap sifat sensori dan nilai gizi roti manis. *Jurnal Teknologi Pangan*. 2 (2) : 163–167.
- Anova, I. T., Hermianti, W., dan Silfia. 2014. Substitusi tepung terigu dengan tepung kentang (*Solanum sp*) pada pembuatan cookies kentang. *Jurnal Litbang Industri*. 4 (2) : 123–131.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist) 2016. *Official Methods of Analysis Association Of Official Analytical Chemist*. Chemist Inc. New York.
- Api, A.M., Belsito, D., Bhatia, S., Bruze, M., Calow, P., Daglie, M.L., Dekant, W., Fryer, A.D., Kromidas, L., La Cava, S., Lalko, J.F., Lapczynski, A., Liebler, D.C., Miyachi, Y., Politano, V.T., Ritacco, G., Salvito, D., Schultz, T.W., Shen, J., Sipes, I.G., Wall, B., and Wilcox, D.K. 2016. RIFM fragrance ingredient safety assessment, isobornyl propionate. *Food and Chemical Toxicology*. 97 : 216-223.

- Ariyanto. 2022. Pengaruh Lama Waktu Pemasakan Nira Aren terhadap Kualitas Gula Aren Cair. (Skripsi). Universitas Jambi. Jambi. 58 hlm.
- Ayustaningwarno, F. 2014 *Teknologi Pangan : Teori Praktis dan Aplikasi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2022*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2021. *SNI 2978:2021 Sirup Glukosa*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Penyuluhan Pertanian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian. 2010. *Petunjuk Pelaksanaan Pembinaan Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya Serta Petunjuk Pelaksanaan Permagangan Petani di Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya*. Jakarta . 80 hlm.
- Bakar, E. S., Rachman, O., Hermawan, D., Karlinasari, L., dan Rosdiana, N. 1998. Pemanfaatan batang kelapa sawit sebagai bahan bangunan dan furniture. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*. 11 (1) : 1-12.
- Bukhari, N. A., Loh, S. K., Nasrin A. B., Luthfi, A. A. I., Harun, S., Abdul, P. M., and Jahim, J. M. D. 2019. Compatibility of utilising nitrogen-rich oil palm trunk sap for succinic acid fermentation by *Actinobactillus succinogenes* 130Z. *Bioresour Technology*. 293 : 122085.
- Darwis, A., Nurrochmat, D. R., Massijaya, M. Y., and Nugroho, N. 2013. Vascular bundle distribution effect on density and mechanical properties of oil palm trunk. *Asian Journal Plant Sciences*. 12 (5) : 208-213.
- De Garmo. 1984. *Materials and Processes in Manufacture :Edisi ke 7*. PT Pradaya Paramita. Jakarta.
- deMan, J. M. 1997. *Kimia Makanan Edisi Kedua*. Penerjemah K. Padmawinata. ITB-Press. Bandung.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2021. *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Effendi, S. (2012). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan*. Alfabeta. Bandung.

- Elvina, T. S. 2018. Pengaruh Presentase Penambahan Bahan Pengawet Alami dari Kayu Nangka pada Nira Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Selama Penyimpanan terhadap Mutu Gula Semut Kelapa Sawit. (Skripsi). Universitas Sumatera Utara. Medan. 119 hlm.
- Fajrin, A., El, H. S., and Waluyati, L.R. 2015. The demand for refined sugar in food and beverage and pharmaceutical industries (in Indonesia). *Journal Agro Ekonomi*. 26 (2) : 150-158.
- Fauzi, Y., Widyastuti, Y. E., Satyawibawa, I., dan Paeru, R. H. 2012. *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Garnida, Y. 2020. *Uji Inderawi dan Sensori pada Industri Pangan*. Manggu Makmur Tanjung Lestari. Bandung.
- Gulo, M. S. C. R., Karo-Karo, T., dan Nainggolan, R. J. Pengaruh umur pohon kelapa sawit dan tahapan pengeluaran nira terhadap mutu nira kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 6 (2) : 273-278.
- Hamid, Z. A. A., Arai, T., Fatimah, M. R. S., Kosugi, A., Sulaiman, O., Hashim, R., Nirasawa, S., Ryohei, T., Lokesh, B. E., Sudesh, K., Murata, Y., Saito, M., and Mori, Y. 2015. Analysis of free sugar and starch in oil palm trunks (*Elaeis guineensis* Jacq) from various cultivars as a feedstock for bioethanol production. *International Journal of Green Energi*. <http://dx.doi.org/10.1080/15435075.2014.910786> .
- Hartanto, E.S. 2014. Peningkatan mutu produk gula kristal putih melalui teknologi defekasi remelt karbonatasi. *Jurnal Standardisas*. 16 (3) : 215-222.
- Hartanto, E. S., Siregar, N. C., dan Hasanah, F. 2020. Pengendalian Mutu Gula Kristal Putih dalam Rangka Implementasi SNI Wajib. IPB Press. Bogor. 1 hlm.
- Hidayat, K. A. T., Saleh, B., dan Hermansyah, H. 2017. Pengaruh pupuk organik limbah kelapa sawit dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) pada pembibitan utama. *Jurnal Akta Agrosia*. 20 (1) : 1-8.
- Hidayat, U., dan Yunita, N. P. 2022. Penentuan kadar gula reduksi dan kadar protein secara spektrofotometri, serta uji organoleptik produk nata de leri hasil optimalisasi asam asetat glasial. *Jurnal Penelitian Inovatif*. 2 (2) : 355-362.

- Hossain, N., Zaini, J., Jalil, R., and Mahlia, T. M. I. 2018. The efficacy of the period of saccharification on oil palm (*Elaeis guineensis*) trunk sap hydrolysis. *International Journal of Technology*. 9 (4) : 652-662.
- Hustiany, R. 2016. *Reaksi Maillard Pembentuk Citarasa dan Warna pada Produk Pangan*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin. 10 hlm.
- Indriani, S., Isdaryanti., Agustia, M., Poleuleng, A. B., Syahra, N. J., dan Prastiyo. 2023. Analisis GC-MS (Gass Cromatography-Mass Spectrometry) terhadap batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrolantae*. 12 (2) : 147-155.
- Iswanto, A. P., Sucipto, T., Azhar, I., Coto, Z., dan Febrianto, F. 2010. Sifat fisis dan mekanis batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) asal kebun aek pancur- Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*. 3 (1) : 1-7.
- Kemp, S. E., Hollowod, T., and Hort, J. 2009. *Sensory Evaluation : A Practical Handbook*. Wiley Blackwell : United Kingdom.
- Kosugi, A., Tanaka, R., Magara, K., Murata, Y., Arai, T., Sulaiman, O., Hashim, R., Hamid, Z. A. A., Yahya, M, K. A., Yusof, M. N. M., Ibrahim, W. A., and Mori, Y. 2010. Ethanol and lactic acid production using sap squeezed from old oil palm trunks felled dor replanting. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 110 (3) : 322-325.
- Kurniasari,D, A., dan Yuwono, S. S. 2015. Pengaruh jenis gula merah dan penambahan bawang putih terhadap sifat bumbu rujak manis cepat saji. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (4) : 815-823.
- Kusnandar, F. 2021. *Kimia Pangan Komponen Makro*. PT Bumi Aksara. Jakarta. 89-90 hlm.
- Kusuma, H. A. W., Lestari, N. A., dan Christie, C. D. W. 2022. Sifat fisikokimia dan komposisi nutrisi gula cair yang diproses dengan metode vakum. *Jurnal Industri Teknologi Pertanian*. 16 (2) : 115-119.
- Lawles, H. T., dan Heymann, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food (Principle and Practices) Second Edition*. New York : Springer.
- 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.
- Maisaroh., Setya, E. A., dan Ngatirah. 2023. karakteristik sirup glukosa berbahan dasar umbut kelapa sawit dengan variasi konsentrasi enzim α -amilase dan suhu gelatinisasi. *Jurnal Teknologi Pangan*. 14 (2) : 211-220.
- Masriany, M., Sari, A., dan Armita, D. 2020. Diversitas senyawa volatil dari berbagai jenis tanaman dan potensinya sebagai pengendali hama yang ramah lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi di Era Pandemi COVID-19* Gowa, 475-481 : Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- Midayanto, D. N., dan Yuwono, S. S. 2014. Penentuan atribut mutu tekstur tahu untuk direkomendasikan sebagai syarat tambahan dalam standar nasional indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (4) : 259-267.
- Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*. 31 (3) : 426-428.
- 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.
- Murata, Y., Tanaka, R., Fujimoto, K., Kosugi, A., Arai, T., Togawa, E., Takano, T., Ibrahim, W. A., Elham, P., Sulaiman, O., Hashim, R., and Mori, Y. 2013. Development of sap compressing systems from oil palm trunk. *Journal Biomass and Bioenergy*. 51 : 8-16.
- Mussa, R. 2014. Kajian tentang lama fermentasi nira aren (*Arenga pinata*) terhadap kelimpahan mikroba dan kualitas organoleptik tuak. *Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*. 1 (1) : 54-58.
- Naknean, P., and Meenune, M. 2015. Impact of clarification of palm sap and processing method on the quality of palm sugar syrup (*Borassus flabellifer* Linn). *Sugar Technology*. 17 : 195-203.
- Noparat, P., Prasertsan, P., and Thong, S. O. 2011. Isolation and characterization of high hydrogen-producing strain *Clostridium beijerinckii* PS-3 from fermented oil palm sap. *Internasional Journal of Hydrogen Energi*. 36 (21) : 14086-14092.

- Nurwayan, A., Dalimunthe, A., dan Saragih, R. N. 2012. Sifat fisik dan kimia ikatan pembuluh pada batang kelapa sawit. *Indonesian Journal of Forestry*. 1 (2) : 34-40.
- 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.
- Pratama, F., Susanto, W. H., dan Purwantiningrum, I. 2015. Pembuatan gula kelapa dari nira terfermentasi alami (kajian pengaruh konsentrasi anti inversi dan natrium metabisulfit). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (4) : 1272-1282.
- Putra, N. K. 2016. Upaya memperbaiki warna gula semut dengan pemberian Na-Metabisulfit. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5 (1) : 1-4
- Ratna, P. A., 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.
- Ridhani, M. A., Vidyaningrum, I. P., Akmal, N. N., Fatihatunisa, R., Azzahro, S., dan Aini, N. 2021. Potensi penambahan berbagai jenis gula terhadap sifat sensori dan fisikokimia roti manis : review. *Pasundan Food Technology Journal*. 8 (3) : 61-68.
- Sasongkowati, R. 2019. *Warning : Gula, Garam dan Lemak!*. Desa Pustakan Indonesia. Temanggung. 68 hlm.
- Sealee, N. 2022. Lactic acid production from old oil palm trunk sap in the open batch, open repeated batch, fed-batch, and repeated fed batch fermentation by *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 10863. *Journal Fermentation*. 8 (9) : 430.
- Setiyoko, F. 2023. Evaluasi Pengaruh Cara Pengolahan terhadap Mutu Kimia dan Sensori Gula Cair Nira Kelapa Sawit dengan Penambahan atau Tanpa Penambahan Kapur Ca(OH)_2 . (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 64 hlm.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., dan Sari, M. P. 2010. *Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro*. IPB Press : Bogor.

- Sirait, P. M. T., Sabrina, T., dan Hanafiah, A. S. 2018. Pertumbuhan dan uji gula reduksi 5 isolat jamur asal batang kelapa sawit ke potongan batang kelapa sawit. *Jurnal Pertanian Tropik*. 5 (1) : 67-74.
- Sjarif, S. R., Nuryadi, A. M., Sulistyorini, J., dan Sukron. A. 2021. Pengaruh penambahan glukosa dan derajat brix untuk menghambat proses kristalisasi pada produk gula cair nira aren. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 13 (1) : 27-36.
- Srikaeo, K., Sangkhiaw, J., and Likittrakulwong, W. 2018. Productions and functional properties of palm sugars. *Agricultural Technology and Biological Sciences*. 16 (11) : 897-907.
- 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.
- Sutrisno, C. D. N., dan Susanto, W. H. 2014. Pengaruh penambahan jenis dan konsentrasi pasta (santan dan kacang) terhadap kualitas produk gula merah. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (1) : 97-105
- Swain, T and Hillis, W. E. 1959. The phenolic constituents of prunus domestica. *Journal Science Food Agriculture*. 10 : 63-68.
- Tarwendah, I. P. 2017. Jurnal review : studi komparasi atribut sensoris dan kesadaran merek produk pangan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5 (2) : 66-73.
- Trinh, N. T. N., Tuan, N. N., Thang, T. D., Kuo, P., Thanh, N. B., Tam, L. N., Tuoi, L. H., Nguyen, T. H. D., Vu, D. C., Ho, T. L., Anh, L. N., and Thuy, N. T. T. 2022. Chemical composition analysis and antioxidant activity of *coffea robusta* monofloral honeys from vietnam. *Foods*. 11 (388) : 1-15.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2023. *USDA Indonesia : Oilseeds and Products Annual*. Foreign Agricultural Service. United States.
- 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.
- Wahyuni, M. 2022. *Kelapa Sawit, Biologi, Pertumbuhan dan Produktivitasnya*. Cahaya Harapan. Yogyakarta. 36-37 hlm.

- Widyaningsih, F., Irwanto, R., dan Panjaitan, D. B. 2023. Karakterisasi nira kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) hasil pengolahan limbah berbasis zero waste. *Jurnal Kesehatan Masyarakat & Gizi*. 5 (2) : 195-202.
- 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. *Jurnal Bioedukasi*. 12 (1) : 101-108.
- Wulandika, V., Novianti, N., Siahaan, O. S. H., dan Zulfansyah. 2019. Pembuatan gula merah dari nira batang sawit dengan teknologi vakum. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Pengelolaan Lingkungan Tropis*. Pekanbaru, 292-294 Agustus 2019 :Teknik Lingkungan Universitas Riau.
- Yamada,H., Tanaka, R., Sulaiman, W., Hasyim, R., Hamid, Z. A. A., Yahya, C., Kosugi, A., Arai, T., Murata, Y., Nirasawa, S., Yamamoto, K., Ohara, S., Yusofe, M. N. N., Ibrahime, W. A., and Moria,Y. 2010. Old oil palm trunk: A promising source of sugars for bioethanol production. *Biomass and Bioenergy*. 34 : 1609-1613.
- Zahari, M. A. K. M., Zakaria, M. R., Arifin, H., Mokhtar, M. N., Salihon, J., and Shirai, Y. 2012. Renewable sugars from oil palm frond juice as an alternative novel fermentation feedstock for value-added products. *Journal Bioresource Technology*. 110 : 566-571
- Zuliana C., E. Widyastuti, E. dan Susanto, W.H. 2016. Pembuatan gula semut kelapa (kajian pH gula kelapa dan konsentrasi natrium bikarbonat). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(1) : 12-25.