

**EVALUASI PENGARUH CARA PENGOLAHAN TERHADAP MUTU
KIMIA DAN SENSORI GULA CAIR NIRA KELAPA SAWIT DENGAN
PENAMBAHAN ATAU TANPA PENAMBAHAN
KAPUR Ca(OH)_2**

(Skripsi)

Oleh

**FEBRI SETIYOKO
1854051014**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRACT

EVALUATION OF THE EFFECT OF PROCESSING METHODS ON THE CHEMICAL AND SENSORY QUALITY OF PALM LIQUID GLUCOSE WITH THE ADDITION OF OR WITHOUT THE ADDITION OF LIME Ca(OH)_2

By

FEBRI SETIYOKO

Sap of old oil palm trunk contains appreciable amount sugar, but it has not been considered as potential source of sugar. This study aims to determine the effect of evaporation of oil palm sap with the addition of Ca(OH)_2 lime and without the addition of lime on chemical and sensory qualities. The study was arranged in a Complete Group Randomized Design (CRBD) with a single factor, and was repeated 6 times. The factors observed were the addition or absence of Ca(OH)_2 lime with atmospheric evaporation treatment and vacuum evaporator with a temperature of 70°C. The parameters observed were chemical quality (pH, °brix, and reduction sugar), sensory (color, and aroma), and overall acceptance. The data obtained are then tested for homogeneity with the Bartlett test and the sixthness of the data is tested by the Tuckey test. The data is processed by various fingerprints to determine the effect of treatment. The data was then tested further with the Honest Real Difference (HSD) test at the level of α 0.05 to determine the difference between treatments. The best research result of this study was atmospheric evaporation treatment with the addition of lime (AK), an average brix degree of 68.750%. Average pH 5.40. The average moisture content is 17.738%. The average ash content is 0.859%. Sugar reduction 44.306%. TPC test results do not grow microbes. The average result was a scent score of 4.40 (likes). The result is a color score of 3.42 (brownish-yellow). Overall reception 4.04 (likes).

Keywords : old palm trunk, liquid sugar, lime, vacuum evaporator.

ABSTRAK

EVALUASI PENGARUH CARA PENGOLAHAN TERHADAP MUTU KIMIA DAN SENSORI GULA CAIR NIRA KELAPA SAWIT DENGAN PENAMBAHAN ATAU TANPA PENAMBAHAN KAPUR $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Oleh

FEBRI SETIYOKO

Batang kelapa sawit yang sudah tua mengandung gula dalam jumlah yang cukup besar, namun belum dianggap potensial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cara penguapan nira kelapa sawit dengan penambahan kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan tanpa penambahan kapur terhadap mutu kimia dan sensori. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan faktor tunggal, dan dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali. Faktor yang diamati adalah penambahan atau tanpa penambahan kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan perlakuan penguapan secara atmosferik dan *vacuum evaporator* dengan suhu 70°C . Parameter yang diamati adalah mutu kimia (pH, °brix, dan gula reduksi), sensori (warna, dan aroma), dan penerimaan keseluruhan. Data yang diperoleh kemudian diuji kehomogenannya dengan uji *Bartlett* dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data diproses sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Data kemudian diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf α 0,05 untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian terbaik penelitian ini adalah perlakuan penguapan secara atmosferik dengan penambahan kapur (AK), rata-rata derajat brix 68,750%. pH rata-rata 5,40. Kadar air rata-rata 17,738%. Kadar abu rata-rata 0,859%. Gula reduksi 44,306%. Hasil pengujian TPC tidak tumbuh mikroba. Hasil rata-rata skor aroma 4,40 (suka). Hasil skor warna 3,42 (kuning kecoklatan). Penerimaan keseluruhan 4,04 (suka).

Kata kunci : batang sawit tua, gula cair, kapur, vakum evaporator.

**EVALUASI PENGARUH CARA PENGOLAHAN TERHADAP MUTU
KIMIA DAN SENSORI GULA CAIR NIRA KELAPA SAWIT DENGAN
PENAMBAHAN ATAU TANPA PENAMBAHAN
KAPUR $\text{Ca}(\text{OH})_2$**

Oleh

Febri Setiyoko

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi

**: EVALUASI PENGARUH CARA
PENGOLAHAN TERHADAP MUTU KIMIA
DAN SENSORI GULA CAIR NIRA KELAPA
SAWIT DENGAN PENAMBAHAN ATAU
TANPA PENAMBAHAN KAPUR Ca(OH)_2**

Nama Mahasiswa

: Febri Setiyoko

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1854051014

Program Studi

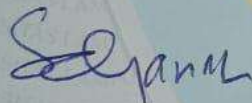
: Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas

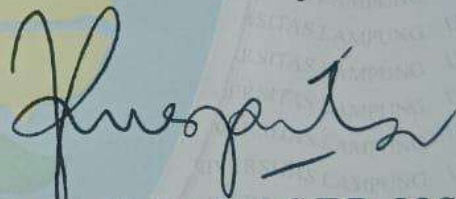
: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

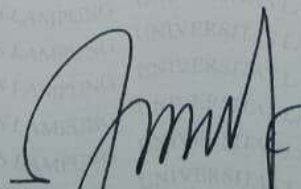


Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.
NIP. 19620720 198603 2 001



Puspita Yuliandari, S.T.P., M.Si.
NIP 19810702 201504 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.**

Sejanah
.....

Sekretaris

: **Puspita Yuliandari, S.T.P., M.Si.**

Puspita
.....

Penguji

Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T.**

Udin
.....

Dekan Fakultas Pertanian



Irwan
.....
Dr. Irwan Sukri Banuwa, M. Si.

NIP. 19610201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 04 Agustus 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Febri Setiyoko

NPM : 1854051014

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

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 26 Juli 2023
membuat pernyataan



Febri Setiyoko
NPM. 1854051014

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pringsewu pada 23 Februari 2000, sebagai anak kelima dari lima bersaudara dari pasangan bapak Haryadi (Alm) dan ibu Kasmiati. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak Aisyiah Pesawaran pada tahun 2006, Sekolah Dasar Negeri 1 Bangun Sari pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama 1 Adiluwih pada tahun 2015, dan Sekolah Menengah Atas 1 Sukoharjo pada tahun 2018. Pada tahun 2018, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SMMPTN Barat.

Selama menjadi mahasiswa, penulis terdaftar aktif di berbagai organisasi kemahasiswaan sebagai :

1. Wakil Ketua Umum organisasi eksternal yaitu di Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama tahun 2020
2. Anggota Majelis Pertimbangan Organisasi Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama 2021
3. Ketua Regional Sumatera-Malaysia Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama tahun 2021
4. Ketua Majelis Pertimbangan Organisasi Keluarga Mahasiswa Nahdlatul Ulama Regional Sumatera-Malaysia tahun 2022.

Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Teknologi Pengelolaan Limbah Agroindustri Pertanian pada tahun 2023. Pada tahun 2021, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di pekon Srikaton, kecamatan Adiluwih, Kabupaten Pringsewu dan melaksanakan Praktik

Umum (PU) di PT. Salama Nusantara, Wates, Kulonprogo-Yogyakarta dengan judul laporan “Mempelajari Proses Pembuatan Wedang Uwuh di PT. Salama Nusantara”. Penulis berhasil mencapai gelar sarjana Teknologi Pertanian (S.T.P.) S1 Teknologi Pertanian pada tahun 2023 dengan menghasilkan skripsi yang berjudul “Evaluasi Pengaruh Cara Pengolahan Terhadap Mutu Kimia dan Sensori Gula Cair Nira Kelapa Sawit dengan Penambahan atau Tanpa Penambahan Kapur (CaOH_2)”.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Evaluasi Pengaruh Cara Pengolahan Terhadap Mutu Kimia dan Sensori Gula Cair Nira Kelapa Sawit dengan Penambahan atau Tanpa Penambahan Kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, motivasi, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik serta dosen pembimbing pertama yang senantiasa memberikan bimbingan, motivasi, serta saran kepada penulis selama perkuliahan, penelitian, hingga penyelesaian skripsi penulis.
4. Ibu Puspita Yuliandari, S.T.P., M.Si., selaku dosen pembimbing kedua yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, serta saran kepada penulis selama penelitian hingga penyelesaian skripsi penulis.
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Udin Hasanudin, M.T., selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran serta masukan kepada penulis selama penyusunan proposal hingga penyelesaian skripsi penulis.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staf, dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang

telah mengajar, membimbing, dan membantu penulis selama proses perkuliahan hingga penyelesaian administrasi akademik.

7. Keluarga penulis yaitu Ibu, Bapak, dan Kakak-kakak saya yang senantiasa memberikan motivasi, semangat, pengertian, serta doanya selama ini.
8. Teman terdekat penulis, teman-teman yang ada di laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri, teman THP B serta teman angkatan 2018 yang selalu memberi semangat, dukungan, saling meluangkan waktu, dan motivasi.
9. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, namun semua ini dapat dijadikan suatu pengalaman dan proses pembelajaran bagi penulis untuk menjadi lebih baik lagi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan bagi penulis maupun pembaca. Aamiin.

Bandar Lampung, 11 Juni 2023

Penulis,

Febri Setiyoko

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran	2
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Kelapa Sawit.....	6
2.2 Taksonomi dan Morfologi Kelapa Sawit	7
2.3 Nira Kelapa Sawit	8
2.4 Gula Cair	9
2.5 Kapur (Ca(OH) ₂)	11
2.6 Metode Fenol-Asam Sulfat	12
2.7 Uji Sensori.....	12
III. METODE	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Bahan dan Alat	14
3.3 Metode Penelitian.....	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian	15
3.4.1 Penderesan Nira Sawit.....	15
3.4.2 Pengumpulan Sampel	15
3.4.3 Proses Pembuatan Gula Cair	16
3.5 Pengamatan	18
3.5.1 Derajat Brix.....	18
3.5.2 Derajat Keasaman (pH)	19
3.5.3 Kadar Air.....	19
3.5.4 Kadar Abu	20
3.5.5 Gula Pereduksi.....	20
3.5.6 Perhitungan Jumlah Mikroba pada Gula Cair dengan Metode <i>Total Plate Count</i> (TPC).....	21
3.5.7 Sifat Sensori	22
IV. HASIL DaN PEMBAHASAN	26
4.1 Derajat Brix	26
4.2 Derajat pH	27
4.3 Kadar Air.....	28
4.4 Kadar Abu	29

	Halaman
4.5 Gula Pereduksi	30
4.6 Perhitungan Jumlah Bakteri pada Gula Cair dengan Metode <i>Total Plate Count</i> (TPC).....	31
4.7 Uji Skoring Warna.....	32
4.8 Uji Skoring Aroma	33
4.9 Uji Penerimaan Keseluruhan	34
4.10 Uji Penentuan Perlakuan Terbaik.....	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar Mutu Sirup Gula diatur berdasarkan SNI 01-2978-1992.....	10
2. Lembar kuisioner uji skoring gula cair nira kelapa sawit	26
3. Lembar kuisioner uji hedonik gula cair nira kelapa sawit	27
4. Hasil uji BNJ 5% derajat brix gula cair dari nira sawit	28
5. Hasil uji BNJ 5% pH gula cair dari nira sawit	29
6. Hasil uji BNJ 5% kadar air gula cair dari nira sawit.....	30
7. Hasil uji BNJ 5% kadar abu gula cair dari nira sawit	31
8. Hasil uji BNJ 5% gula pereduksi gula cair dari nira sawit	32
9. Hasil uji BNJ 5% uji skoring warna gula cair dari nira sawit	34
10. Hasil uji BNJ 5% uji skoring aroma gula cair dari nira sawit	35
11. Hasil uji BNJ 5% uji penerimaan keseluruhan gula cair dari nira sawit.	36
12. Hasil uji kehomogenan derajat brix	44
13. Hasil analisis ragam derajat brix	45
14. Hasil uji BNJ derajat brix.....	45
15. Hasil uji kandungan pH.....	46
16. Hasil uji kehomogenan pH.....	46
17. Hasil uji analisis ragam pH	47
18. Hasil uji BNJ pH	47
19. Hasil uji kadar abu	48
20. Hasil uji kehomogenan kadar air.....	48
21. Hasil uji analisis ragam kadar air	49
22. Hasil uji BNJ kadar air	49
23. Hasil uji kadar abu	49
24. Hasil uji kehomogenan kadar abu	50

	Halaman
25. Hasil uji analisis ragam kadar abu	50
26. Hasil uji BNJ kadar abu	51
27. Hasil uji gula reduksi	52
28. Hasil uji kehomogenan gula reduksi	52
29. Hasil uji analisis ragam gula reduksi	53
30. Hasil uji BNJ gula reduksi	53
31. Hasil uji skoring aroma	54
32. Hasil uji kehomogenan skoring aroma.....	54
33. Hasil uji analisis ragam skoring aroma	55
34. Hasil uji BNJ skoring aroma	55
35. Hasil skoring warna.....	56
36 Hasil uji kehomogenan skoring warna.....	56
37. Hasil uji analisis ragam skoring warna	57
38. Hasil uji BNJ skoring warna	57
39. Hasil uji penerimaan keseluruhan	58
40. Hasil uji kehomogenan penerimaan keseluruhan.....	58
41. Hasil uji penerimaan keseluruhan	59
42. Hasil uji BNJ penerimaan keseluruhan	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Penderesan nira sawit.....	15
2. Diagram alir pembuatan glukosa cair.	18
3. Diagram alir pembuatan glukosa cair menggunakan vakum rotary evaporator.....	19
4. Diagram Alir Penghitungan TPC.....	23
5. Hasil atmosferik kapur.....	34
6. Hasil vakum evaporator kapur.....	34
7. Hasil atmosferik tanpa kapur.....	34
8. Hasil vakum evaporator tanpa kapur.....	34
9. Pengumpulan nira.....	60
10. Pengukuran brix.....	60
11. Hasil brix.....	60
12. Pengukuran nira 500 mL.....	61
13. Penguapan secara <i>vacuum rotary</i>	61
14. Penguapan atmosferik.....	61
15. Uji kadar air.....	61
16. Pendinginan desikator.....	62
17. Uji kadar abu.....	62
18. Hasil brix akhir.....	62
19. Volume akhir gula.....	62
20. Sterilisasi media TPC.....	63
21. Penghomogenan media.....	63
22. Pengenceran.....	63
23. Pour plate.....	63
24. Inkubasi.....	64

	Halaman
25. Hasil TPC	64
26. Gula cair	64

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit adalah salah satu tanaman perkebunan dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi. Tanaman kelapa sawit mulai produktif (memiliki buah yang dapat dipanen) pada usia 3 (tiga) sampai 4 (empat) tahun. Masa produktif tanaman kelapa sawit berkisar antara 25 sampai 30 tahun dan lebih dari itu sudah dianggap tidak produktif (Risman dan Iskanto, 2018). Indonesia adalah negara dengan penghasil produksi buah sawit terbesar di dunia, mengungguli Malaysia dan Thailand yang berada di urutan kedua dan ketiga. Data statistik dari Direktorat Jendral Perkebunan Indonesia tahun 2021, luas area kelapa sawit mencapai lebih dari 15 juta hektar (Ditjenbun, 2021).

Kegiatan penanaman kelapa sawit biasanya dilakukan secara serentak dengan luas tanah berhektar-hektar, sehingga saat tanaman tersebut tidak produktif banyak tanaman kelapa sawit yang harus ditebang dan dilakukan penanaman kembali (*replanting*). Jumiyati dkk. (2017) menyatakan, kegiatan *replanting* dilakukan harus menunggu waktu gilir tebas. Jumlah tanaman kelapa sawit yang tidak produktif dalam jumlah besar pada waktu bersamaan menyebabkan waktu *replanting* harus diatur bergiliran dan banyak pohon tersebut rusak menjadi limbah serta mempengaruhi lingkungan perkebunan. Apabila hal tersebut tidak diolah atau tidak dimanfaatkan, lambat laun akan berpengaruh ke tanaman kelapa sawit yang masih produktif dan timbul jamur (*Gonoderma*), kumbang (*Oryctes*), atau hama lain (Haryanti dkk., 2014).

Badan Pusat Statistik (2022) menyatakan, konsumsi gula nasional mencapai 6,48 juta ton yang terdiri dari 3,21 juta ton GKP (Gula Kristal Putih) dan 3,27 juta ton GKR (Gula Kristal Rafinasi). Hal tersebut tidak diimbangi dengan produksi gula nasional sebesar 2,35 juta ton, dengan rincian perusahaan gula swasta mencapai 1,29 juta ton dan perusahaan gula BUMN mencapai 1,06 juta ton pada tahun 2021. Salah satu cara untuk mencukupi kebutuhan gula nasional yaitu dengan memanfaatkan tumbuhan yang memiliki potensi dapat dijadikan dan diolah menjadi gula, contohnya aren, kelapa, dan kelapa sawit. Nira yang dihasilkan dari kelapa sawit mulai banyak dimanfaatkan menjadi gula merah, tetapi untuk menghasilkan 4 (empat) kg dari 20 (dua puluh) liter nira masih diperlukan 1 (satu) kg gula pasir. Langkah yang dapat dilakukan untuk dijadikan substitusi gula kristal putih dan gula merah adalah gula cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cara pengolahan terhadap mutu kimia, dan sensori gula cair nira kelapa sawit dengan penambahan atau tanpa penambahan kapur Ca(OH)_2 .

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh cara penguapan dengan penambahan atau tanpa penambahan kapur Ca(OH)_2 terhadap mutu kimia dan sensori gula cair nira kelapa sawit.

1.3 Kerangka Pemikiran

Limbah yang dihasilkan dari batang kelapa sawit bersifat sangat volumetrik dan memakan banyak tempat yang sulit terdegradasi di area perkebunan. Batang kelapa sawit apabila tidak dimanfaatkan dengan optimal akan menyebabkan banyak yang rusak menjadi limbah yang dapat mempengaruhi lingkungan perkebunan. Limbah batang kelapa sawit yang dibiarkan terlantar di perkebunan dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah. Batang yang membusuk dapat melepaskan senyawa-senyawa kimia dan asam organik ke dalam tanah, mengubah pH dan kandungan nutrisi. Limbah batang kelapa sawit yang tidak dikelola dengan baik dapat menjadi tempat berkembang biak bagi hama dan penyakit serangga seperti gonoderma, kumbang tanduk (*Oryctes*) yang menyebabkan

penyebaran hama dan penyakit ke perkebunan kelapa sawit yang masih sehat (Haryanti dkk., 2014).

Salah satu pemanfaatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengambil nira yang ada pada batang pohonnya, cara yang dapat dilakukan yaitu menumbangkannya dan dilakukan penyadapan atau dengan cara di pres. Pada penelitian ini, pengambilan nira dilakukan cara ditumbangkan yang diberi perlakuan berbeda, yaitu dengan menambahkan kapur Ca(OH)_2 dan tanpa penambahan kapur Ca(OH)_2 . Proses pemasakan nira menjadi gula cair dilakukan dengan 2 (dua) metode, yaitu dengan *vacum rotary* dan atmosferik. Pemilihan penguapan menggunakan *vacum rotary* karena pada prinsipnya proses pembuatan gula cair dari nira sawit ini hanya menguapkan air yang ada pada bahan. Nira yang diuapkan menggunakan *vacuum evaporator evaporator* akan memiliki titik didih lebih rendah, hal ini dapat mengurangi resiko terjadinya reaksi *millard* yang membuat hasil dari gula cair memiliki warna yang lebih jernih. Penguapan yang dilakukan secara atmosferik menggunakan kompor dipilih karena untuk membandingkan gula cair yang dihasilkan. Penggunaan *vacum rotary evaporator* sebagai metode penguapan memungkinkan penghilangan air secara efisien dan kontrol yang lebih baik terhadap suhu serta tekanan penguapan. Alat ini memiliki prinsip kerja yang canggih, di mana nira kelapa sawit dimasukkan ke dalam labu dan dipanaskan secara bertahap, sementara bagian dalamnya diputar untuk memperluas permukaan penguapan. Hal ini memungkinkan penguapan air yang lebih cepat dan efisien, dengan hasil yang lebih konsisten (Supriatna, 2008).

Suryanti (2014) menyatakan bahwa, suhu pemasakan sangat mempengaruhi kualitas gula cair yang dihasilkan, semakin rendah suhu pemasakan akan menghasilkan kualitas yang semakin tinggi. Hal ini karena proses pemanasan dengan suhu yang semakin tinggi menyebabkan lebih banyak volume air yang menguap. Terjadinya penguapan air tersebut akan menyebabkan penurunan kadar air yang menyebabkan meningkatnya persentase gula reduksi, sehingga gula yang dihasilkan akan lebih manis. Penelitian ini mendukung Meyer (1973), yang menyatakan bahwa suhu mempengaruhi gula reduksi. Suhu pemanasan yang semakin tinggi akan meningkatkan proses reduksi gula. Pada suhu pemanasan

70°C kadar gula reduksinya lebih rendah karena ada ikatan glikosidik yang belum terputus.

Kualitas nira memiliki peranan penting pada proses pembuatan gula cair yang dihasilkan. Erwinda dan Hadi (2014) menyatakan bahwa, kapur yang dilarutkan dalam nira akan menghasilkan gula yang bermutu baik, hal ini ditunjukkan dengan uji fisik serta uji kimia yang sudah dilakukan. Suhu sangat mempengaruhi mutu gula cair yang dihasilkan, semakin rendah suhu pemasakan akan menghasilkan mutu yang tinggi, hal ini ditunjukkan dengan kandungan pengotor yang dihasilkan, kandungan gula reduksi serta kandungan air yang terus menjadi rendah dengan perlakuan temperatur yang rendah (Suryanti, 2014).

Penelitian dalam pembuatan gula cair nira aren yang dilakukan oleh Erwinda dan Hadi (2014), yaitu kapur yang dilarutkan dalam nira akan menghasilkan gula yang bermutu baik. Penambahan kapur ke dalam nira kelapa sawit akan memicu reaksi kimia yang dapat menghasilkan beberapa perubahan dalam komposisi dan sifat-sifat larutan tersebut. Penambahan kapur ke dalam nira menyebabkan kapur bereaksi dengan asam-asam organik yang ada dalam nira, seperti asam asetat dan asam oksalat. Reaksi ini menghasilkan senyawa-senyawa garam, seperti kalsium asetat dan kalsium oksalat. Selain itu, kapur juga berfungsi sebagai zat penetrasi yang membantu memperbaiki stabilitas pH larutan nira. Penambahan kapur dapat menetralkan asam-asam organik yang dapat mempengaruhi fermentasi dan pembentukan endapan dalam nira kelapa sawit. Proses pengurangan kadar asam disebabkan karena penambahan kapur juga dapat meningkatkan kualitas gula cair yang dihasilkan. Penelitian ini mendukung teori Soerjadi (1983), dimana nira yang telah diberi kapur maka akan terjadi penetralan nira dari pH 5,5 menjadi 7,0 dan sebagai akibat penetralan nira akan terbentuknya ikatan-ikatan yang mengendap sehingga dapat menarik partikel-partikel kecil yang berada didalam nira yang menyebabkan kadar pengotor menjadi rendah.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah diduga terdapat pengaruh cara penguapan gula cair nira kelapa sawit dengan penambahan atau tanpa penambahan kapur Ca(OH)_2 terhadap mutu kimia dan sensori.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman yang berasal dari Negeria, Afrika Barat. Selain itu, terdapat beberapa ahli yang berpendapat bahwa tanaman kelapa sawit berasal dari Amerika Selatan atau tepatnya di Brazil. Hal tersebut didukung dengan bukti bahwa lebih banyak spesies tanaman kelapa sawit yang berasal dari kawasan hutan yang ada di Brazil dibandingkan dengan daerah Afrika. Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh subur dan berkembang diluar daerah asalnya, hal tersebut dibuktikan dengan tumbuh subur dan berkembang pesat di Indonesia, Malaysia, Thailand, dan Papua Nugini (Fauzy dkk., 2004). Fauzy dkk, (2012) menyatakan bahwa, tanaman kelapa sawit merupakan tanaman berkeping satu (*monokotil*) dan termasuk kedalam family *Palmae*. Nama genus *Elaeis* yang berasal dari bahasa Yunani yaitu *Elaoin* berarti minyak. Nama spesies dari tanaman kelapa sawit adalah *guineensis* yang berasal dari kata *Guinea* adalah seorang ahli pertama yang menemukan tanaman golongan *Palm* disekitaran pantai Guinea.

Bagian-bagian dari kelapa sawit hampir semua dapat dimanfaatkan, mulai dari buah, batang, tandan, daun, serta bagian-bagian lainnya. Sebagai contoh, selain dari buah yang biasa dimanfaatkan adalah batang pohon sawit pada pembuatan *pulp*. Perkembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Ditjenbun (2021) menyatakan pertumbuhan produksi kelapa sawit terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Data menunjukkan bahwa dari tahun 1980-2021 terus mengalami peningkatan rata-rata tahunan sebesar 11,13%.

2.2 Taksonomi dan Morfologi Kelapa Sawit

Menurut Suwanto (2014), klasifikasi dari tumbuhan kelapa sawit, yaitu :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Subdivisi	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Arcales
Famili	: Araceae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.
Nama local	: Kelapa sawit

Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh hingga ketinggian 15 m - 20 m. Tanaman ini termasuk dalam kelompok tanaman berumah satu (*monoecius*), yaitu bunga jantan dan betina berada dalam satu pohon. Tandan bunga menjadi tempat tumbuh bunga jantan dan betina, terletak pada bagian luar pelepah daun. Tanaman ini dapat melakukan penyerbukan sendiri maupun penyerbukan secara silang. Radikula merupakan akar yang pertama kali tumbuh dari biji, panjangnya dapat mencapai 15 cm. Saat cadangan makanan dari *endosperm* biji telah habis akan diambil alih akar primer yang tumbuh dari batang bagian bawah, akar ini memiliki panjang hingga 1,5 m dan diameter 5 mm - 10 mm, berukuran 2 mm - 4 mm dan tumbuh secara horizontal dari akar primer, yaitu akar sekunder. Diameter 0,7 mm - 2 mm adalah akar tersier serta akar kuarter memiliki diameter 0,1 mm - 0,3 mm, akar ini tumbuh dari akar sekunder yang dekat dengan permukaan tanah yang berfungsi untuk mengambil air dan mengambil zat hara dari tanah (Lubis, 2013).

Batang kelapa sawit secara umum tidak memiliki cabang, batang tumbuh tagak lurus ke atas, memiliki bentuk silinder dan titik tumbuh berada pada bagian atasnya. Bagian batang pohon kelapa sawit umumnya akan nampak lebih besar untuk beberapa tahun karena terbungkus oleh daun pelepah. Tanaman ini jika tumbuh di alam dapat mencapai ketinggian hingga 30 m, namun yang di tanam pada area perkebunan hanya memiliki tinggi antara 15 m - 18 m (Litana, 2018). Bakar (2003) menyatakan bahwa, sifat dari masing-masing bagian batang

berbeda-beda, mulai dari pangkal batang, tengah, ujung, inti, dan tepinya. Komponen utama yang terkandung dalam batang kelapa sawit diantaranya selulosa, lignin, air, pati, dan abu. Dimensi kayu, sifat fisik, sifat mekanik rendah yang menyebabkan kayu mudah patah dan berjamur akibat dari kandungan air dan pati yang tinggi. Potensi pemanfaatan batang kelapa sawit masih cukup sedikit, padahal menurut BPPSDMP (2010), batang kelapa sawit dapat menghasilkan nira perharinya kurang lebih 10 liter selama 1 (satu) bulan untuk 1 (satu) pohon yang ditumbangkan.

2.3 Nira Kelapa Sawit

Bentuk dominan yang dihasilkan oleh jenis tanaman tebu-tebuan dan berbagai tanaman palma adalah nira. Saat ini, penelitian dan informasi tentang pemanfaatan nira sawit di Indonesia masih tergolong belum begitu jelas. Nira dapat diambil dari tanaman palma melalui penyadapan. Komposisi kimia dari nira cenderung peka terhadap lingkungan. Saat nira disimpan selama 8 (delapan) jam pada suhu ruang, nira akan mengalami penurunan pH dan kadar gula yang dihasilkan. Aktifitas mikroba akan menyebabkan unsur sukrosa dari nira terurai, sehingga menyebabkan perubahan pH menjadi asam (Joseph, 2012). Yamada *et al.* (2010) dan Elvina (2018) menyatakan bahwa, nira kelapa sawit memiliki beberapa kandungan diantaranya gula pereduksi (fruktosa dan galaktosa), pH 6,66, dan total mikroba sebesar 4,921 (log CFU/mL).

Pontoh (2013) mengemukakan bahwa, nira sadap akan terus mengalami proses biokimia yang mengakibatkan perubahan komponen kimia dari nira segar yang dilakukan oleh berbagai jenis mikroba. Proses yang terjadi akan menyebabkan inversi glukosa dengan diikuti oleh meningkatnya gula pereduksi dan penurunan pH. Nira segar memiliki kadar air antara 80%-85% dan kadar sukrosa sekitar 15%. Pada kondisi ini merupakan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan mikroba. Bakteri asam asetat (BAA) adalah jenis bakteri yang dapat mengoksidasi alkohol dan gula mejadi asam asetat (Yunita dkk., 2017). Air nira yang telah terfermentasi akan mengalami perubahan rasa menjadi asam dan pahit, hal tersebut karena adanya kandungan alkohol yang dihasilkan saat fermentasi

berlangsung dan timbul buih putih serta berlendir. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengawetkan nira sawit adalah dengan menambahkan kulit manggis dan pengawet buatan seperti natrium metabisulfit, asam askorbat, dan air kapur (Litana dkk., 2018).

2.4 Gula Cair

Glukosa cair adalah bentuk glukosa (gula sederhana) yang berada dalam keadaan cair atau larut. Glukosa cair biasanya dibuat melalui proses pemecahan pati atau gula kompleks menjadi molekul glukosa yang lebih sederhana. Glukosa cair umumnya digunakan dalam industri makanan dan minuman sebagai bahan baku untuk berbagai produk. Kandungan glukosa cair adalah glukosa murni, dengan konsentrasi yang tinggi. Tergantung pada proses produksinya, glukosa cair dapat memiliki konsentrasi glukosa sekitar 70%-80% atau lebih tinggi. Glukosa cair atau sirup glukosa mengandung komponen utama berupa glukosa (dekstrosa) (Varucha *et al.*, 2016).

Glukosa cair umumnya mengandung sedikit air dan tidak mengandung komponen lain seperti fruktosa atau sukrosa. Kemurnian glukosa cair dapat bervariasi tergantung pada proses produksi dan pemurnian yang dilakukan. Kandungan glukosa dalam glukosa cair bervariasi tergantung pada jenis dan mereknya. Namun, secara umum, kandungan glukosa dalam glukosa cair dapat mencapai kisaran sekitar 70%-99%. Sebagai contoh, sirup glukosa biasanya memiliki kandungan glukosa sekitar 80% – 90%. Glukosa cair tidak mengandung serat, vitamin, atau mineral lainnya. Ini berbeda dengan sumber gula alami seperti buah-buahan yang mengandung glukosa bersama dengan nutrisi tambahan.

Kelebihan glukosa cair antara lain sumber energi yang cepat, glukosa cair dapat dengan cepat diserap oleh tubuh dan digunakan sebagai sumber energi. Ini membuatnya bermanfaat dalam mengatasi kelelahan atau mengembalikan energi setelah aktivitas fisik intensif. Pengganti gula alami, glukosa cair dapat digunakan sebagai pengganti gula alami dalam berbagai produk makanan dan minuman. Ini dapat memberikan rasa manis yang diinginkan tanpa penambahan gula putih

(sukrosa). Stabil dalam suhu tinggi glukosa cair memiliki sifat stabil dalam suhu tinggi, sehingga cocok digunakan dalam proses pengolahan makanan yang membutuhkan suhu tinggi, seperti industri permen atau pembuatan kue.

Glukosa cair ini juga memiliki kekurangan antara lain potensi meningkatkan gula darah konsumsi glukosa cair dengan jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan peningkatan gula darah yang cepat. Oleh karena itu, perlu dikonsumsi dengan bijak, terutama oleh individu dengan kondisi kesehatan tertentu seperti diabetes. Kurangnya nutrisi tambahan glukosa cair umumnya tidak mengandung nutrisi tambahan seperti serat, vitamin, atau mineral. Konsumsi glukosa cair secara berlebihan dapat mengarah pada kurangnya asupan nutrisi yang penting. Potensi ketergantungan mengonsumsi glukosa cair secara berlebihan dalam jangka panjang dapat menyebabkan ketergantungan terhadap rasa manis. Hal ini dapat mempengaruhi preferensi rasa seseorang dan mengurangi kemampuan untuk menikmati makanan dengan rasa alami (Varucha *et al.*, 2016). Gula cair juga dapat memperbaiki tekstur pada beberapa produk pangan. Contohnya pada produk es krim, gula dapat membantu meningkatkan kehalusan tekstur sekaligus menekan titik beku. Pada produk kue, gula cair juga dapat membantu mengurangi keretakan (Megavitry *et al.*, 2019).

Tabel 1. Standar Mutu Sirup Gula diatur berdasarkan SNI 01-2978-1992

Keadaan	Standar Mutu Gula
Bau	Tidak Berbau
Rasa	Manis
Warna	Tidak berwarna
Air (%b/b)	Maks 20
Abu (%)	Maks 1
Gula Pereduksi (%b/b)	Min 30
Pati	Tidak nyata
Cemaran Logam	
- Timbal (Pb) mg/kg	Maks 1,0
- Tembaga (Cu) mg/kg	Maks 10,0
- Seng (Zn) mg/kg	Maks 25,0
- (As), mg/kg	Maks 0,5
Cemaran Mikroba	
- <i>Total Plate Count</i>	Maks 5x10 ² koloni/g Maks 50 koloni/g
- Kapang	

Sumber : SNI 01-2978-1992

2.5 Kapur Ca(OH)₂

Kapur (Ca(OH)₂) adalah bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai pengawet. Larutan kapur dapat membentuk kalsium hidroksida yang bersifat desinfektan dan menggumpalkan protein yang dapat mencegah tumbuhnya mikroba penyebab keasaman. Penelitian Erwinda dan Wahono (2014) menyatakan bahwa fungsi penambahan kapur pada nira dapat mempertahankan pH agar tetap tinggi, sehingga hal tersebut dapat menghambat hidrolisis pertumbuhan jasad renik ataupun pengaruh asam. Kapur (CaCO₃) dalam air membentuk Ca(OH)₂, yang selanjutnya akan menghasilkan ion OH⁻ bebas yang membuat larutan menjadi alkalis. Pada prinsipnya, penambahan kapur dalam nira akan menyebabkan kenaikan pH nira akibat ion OH⁻. Apabila keasaman nira dapat dikendalikan dengan penambahan kapur, laju inversi sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa akan berkurang.

Penambahan larutan kapur pada nira dapat menjaga pH nira sawit tetap netral selama 12 jam. Hal tersebut karena larutan kapur bersifat basa sedangkan nira cenderung bersifat asam yang menyebabkan larutan kapur dapat menetralkan sifat

dari nira yang asam. Fitri (2008) menyatakan bahwa, larutan kapur memiliki sifat basa yang dapat digunakan untuk menetralkan sifat asam pada nira. Penambahan larutan kapur ke dalam nira dapat menetralkan nira yang semula memiliki pH 4 menjadi naik sampai pH 6.

2.6 Metode Fenol-Asam Sulfat

Penentuan total gula didasarkan pada metode Fenol-Asam Sulfat (Dubois *et al.*, 1956). Metode ini memiliki kelebihan dalam pengerjaannya yang memiliki efisiensi yang tinggi dalam penentuan gula total baik gula pereduksi dan gula non pereduksi. Penerapan metode fenol-asam sulfat banyak digunakan untuk menentukan karbohidrat dalam sampel secara langsung yang dinyatakan sebagai persen gula. Sebelum melakukan pengujian sampel perlu diketahui kurva standar yang digunakan. Pada prinsipnya, metode ini yaitu gula sederhana, oligosakarida, dan turunannya dihidrolisis menjadi monosakarida oleh asam sulfat pekat dan menghidrasinya sehingga membentuk senyawa furfural yang bereaksi dengan fenol menghasilkan warna jingga kekuningan stabil yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 490 nm (Qalsum *et al.*, 2015).

2.7 Uji Sensori

Setyaningsing dkk. (2010) mengemukakan bahwa, evaluasi sensori atau uji organoleptik adalah pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan, ilmu pengetahuan yang menggunakan indera manusia untuk mengukur tekstur, penampakan, aroma dan flavor produk pangan. Penginderaan adalah suatu proses fisio-psikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indera akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indera yang berasal dari benda tersebut. Penginderaan dapat juga berarti reaksi mental (sensation) jika alat indera mendapat rangsangan (stimulus). Rangsangan yang dapat diindera dapat bersifat mekanis (tekanan, tusukan), fisis (dingin, panas, sinar, warna), dan kimiawi (bau, aroma, rasa). Pada waktu alat indera menerima rangsangan, sebelum terjadi kesadaran prosesnya adalah fisiologis, yaitu dimulai di reseptor dan diteruskan pada susunan syaraf sensori atau syaraf penerimaan. Mekanisme penginderaan

secara singkat yang meliputi penerimaan rangsangan (*stimulus*) oleh sel-sel peka khusus pada indera, terjadi reaksi dalam sel-sel peka membentuk energi kimia dan perubahan energi kimia menjadi energi listrik (*impulse*) pada sel syaraf, penghantaran energi listrik (*impulse*) melalui urat syaraf menuju ke syaraf pusat otak, terjadi interpretasi psikologis dalam syaraf pusat, menghasilkan kesadaran atau kesan psikologis.

Menurut Krissetiana (2014), pengujian sensori (uji panel) berperan penting dalam pengembangan produk dengan meminimalkan resiko dalam pengambilan keputusan. Panelis dapat mengidentifikasi sifat-sifat sensori yang akan membantu untuk mendeskripsikan produk. Penerimaan dan kesukaan atau preferensi konsumen terhadap suatu produk diawali dengan penilaiannya terhadap penampakan, flavor dan tekstur. Pendekatan dengan penilaian organoleptik dianggap paling praktis lebih murah biayanya. Evaluasi sensori dapat digunakan untuk menilai perubahan yang dikehendaki atau tidak dikehendaki dalam produk atau bahan-bahan formulasi, mengamati perubahan yang terjadi selama proses atau penyimpanan sehingga dapat mengukur daya simpan atau menentukan tanggal kadaluwarsa makanan, mengidentifikasi area untuk pengembangan, menentukan apakah optimasi telah diperoleh, mengevaluasi produk pesaing, memberikan data yang diperlukan bagi promosi produk.

Evaluasi sensoris bahan pangan dapat diterapkan pula dalam penelitian untuk melihat pengaruh perlakuan yang diberikan kepada bahan, baik perlakuan fisik, kimia, maupun mikrobiologis terhadap atribut sensori. Atribut sensoris adalah sifat suatu bahan yang akan dinilai secara subjektif oleh indera, dapat berupa atribut tekstural, warna, rasa, aroma, dan atribut lain seperti kesan sesudah/aftertaste, kenampakan keseluruhan, dan sebagainya. Atribut sensoris dapat terbentuk dari keberadaan senyawa yang memberi rangsangan pada indera manusia, atau karena interaksi senyawa dalam bahan membentuk senyawa baru yang dapat memberi rangsangan. Proses pengolahan, baik fisik, kimia, maupun mikrobiologis dapat menyebabkan pembentukan atribut sensoris (Adawiyah, 2010).

III. METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kebun sawit milik PTPN VII Rejosari, Natar-Lampung Selatan dan Laboratorium Pengolahan Limbah Agroindustri, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Juli-Oktober 2022.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira kelapa sawit yang berasal dari batang tanaman sawit yang ditumbangkan di PTPN VII Rejosari, Natar-Lampung Selatan, Kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$, aquades, fenol, dan asam sulfat.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor listrik, *vakum rotary evaporator* merek eyela, gelas ukur, timbangan analitik, labu ukur, pH meter, refraktometer, saringan, golok, ember, tempat penampungan nira (botol), cool box, autoklaf, cawan petri, cawan porselain, penjepit, jarum ose, bunsen, incubator, oven, tanur, dan spektrofotometer.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan faktor tunggal, dan dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali. Faktor yang diamati adalah penambahan atau tanpa penambahan kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan perlakuan penguapan secara atmosfer menggunakan kompor listrik ($T=100^\circ\text{C}$) dan *vakum rotary evaporator* ($T=70^\circ\text{C}$).

Parameter yang diamati adalah mutu kimia (pH, °brix, kadar air, kadar abu, dan gula reduksi), dan sensorial (warna, aroma, penerimaan keseluruhan). Data yang diperoleh kemudian diuji kehomogenannya dengan uji *Bartlett* dan kemudian data diuji dengan uji Tuckey. Data diproses sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Data kemudian diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf α 0,05 untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian diawali dengan penderesan nira sawit, dan dilanjutkan dengan proses penguapan.

3.4.1 Penderesan Nira Sawit

Pohon kelapa sawit ditumbangkan, kemudian dibersihkan bagian pelepah ujung dengan menggunakan kampak atau golok sampai umbutnya terlihat. Batang pohon kelapa sawit dilayukan 1 (satu) hari, selanjutnya bagian umbut dilakukan pengirisan setebal \pm 0,5 cm - 1 cm per hari dengan menggunakan pisau tajam untuk mengeluarkan nira sawit. Proses penderesan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penderesan nira sawit
(Sumber : dokumentasi peneliti)

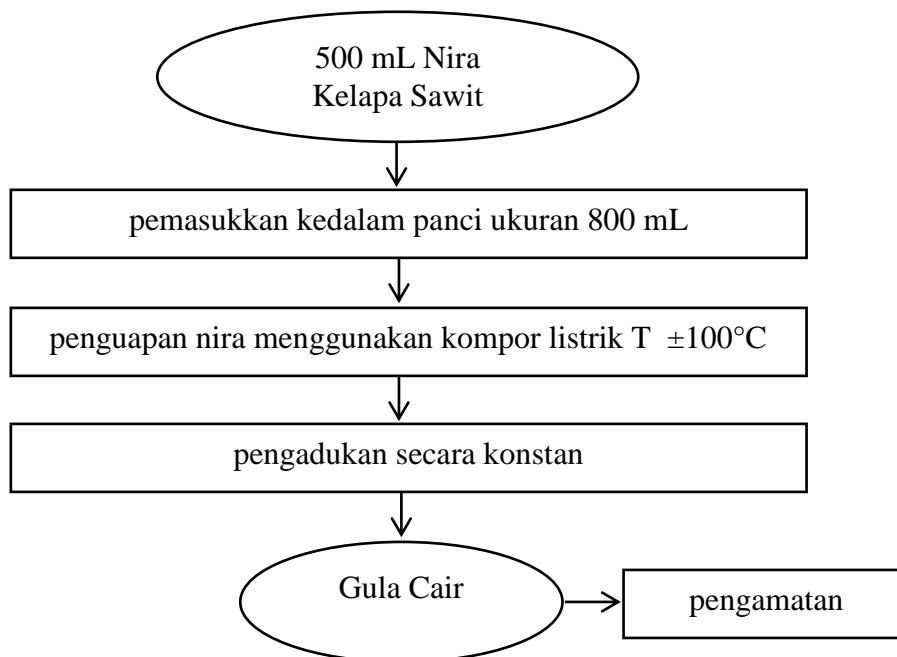
3.4.2 Pengumpulan Sampel

Air nira yang keluar ditampung dengan nampan cekung yang telah diberi pengatur pH yaitu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan tanpa penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kedalam wadah penampung yang sudah diletakkan saringan di atasnya dan ditutup bagian atasnya. Selama pelayuan dan penyadapan dilakukan, batang pohon kelapa sawit ditutup dengan

plastik pelepahnya bertujuan untuk melindungi batang kelapa sawit dari hujan, terik matahari, serangga dan hewan ternak yang dapat mempengaruhi hasil. Pengambilan nira dilakukan tiap 12 jam. Proses pengumpulan sampel dapat dilihat pada Gambar 9 (Lampiran).

3.4.3 Proses Pembuatan Gula Cair

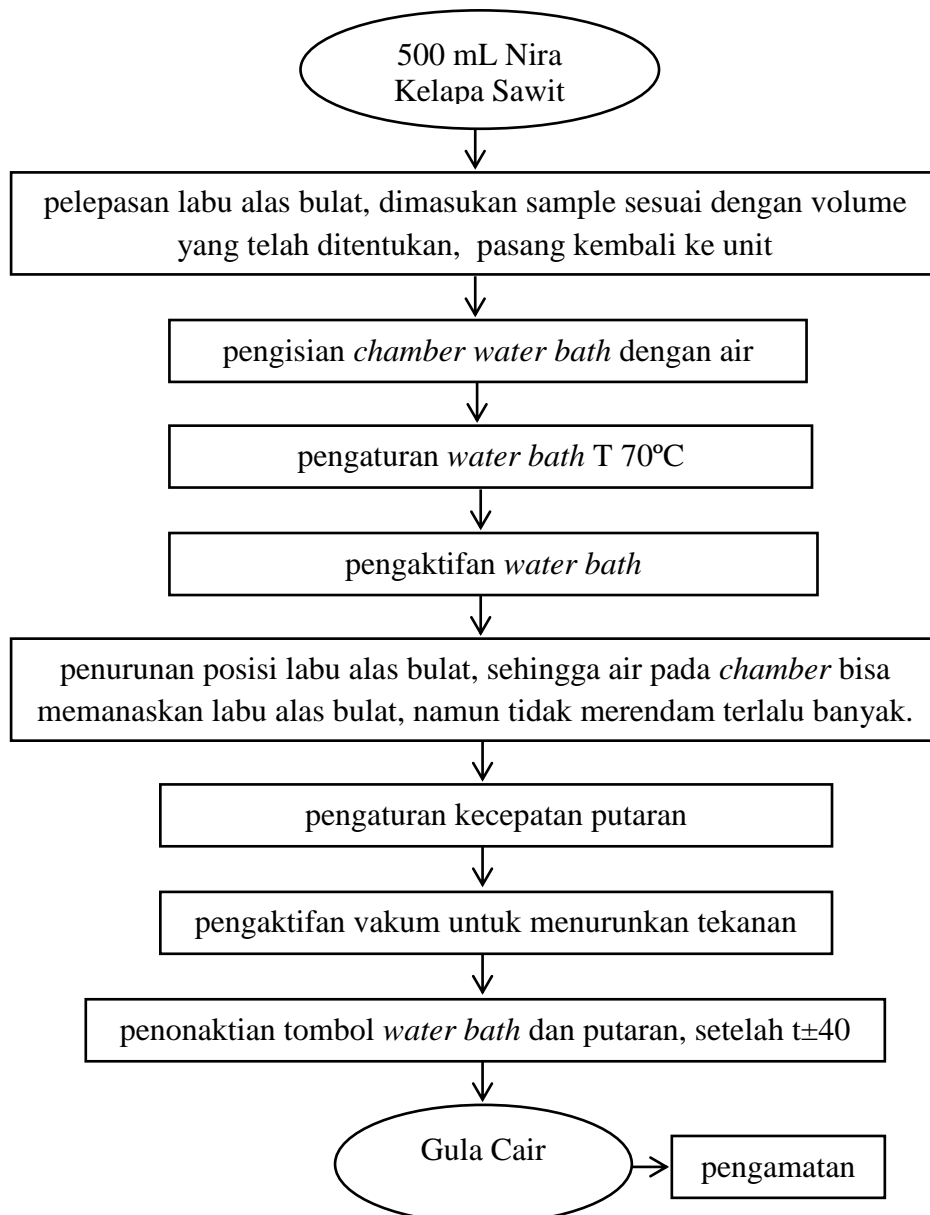
Prosedur penguapan gula cair nira kelapa sawit secara atmosferik disajikan pada diagram alir Gambar 2, sedangkan penguapan vakum rotari disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan gula cair.
Sumber : Didik dkk. (2016) dengan modifikasi

Pemasukan nira kelapa sawit sebanyak 500 mL sesuai perlakuan kedalam panci berukuran 800 mL yang dimasak atau diuapkan secara bergantian menggunakan suhu lebih kurang 100°C yang dijaga suhunya dimonitor menggunakan termometer secara berkala, penggunaan suhu tersebut berdasarkan penelitian pendahuluan dan untuk menjaga nira agar meminimalisasi reaksi *millard*. Selama proses penguapan atau pemasakan nira dilakukan pengadukan secara konstan untuk menjaga suhu tetap merata selama lebih kurang 100 menit dengan salah satu parameternya diamati dari volume, kemudian dilakukan pengukuran brix

untuk mengetahui apakah telah sesuai dengan standar mutu gula cair yaitu minimal 65% brix, apabila dalam waktu tersebut belum mencapai brix yang diinginkan maka pemasakan atau penguapan dilanjutkan hingga diperoleh standar mutu minimal brix 65%. Apabila brix telah mencapai standar mutu (minimal 65%) angkat dan diamkan sejenak hingga suhunya netral, lalu dilakukan pengamatan (brix, pH, kadar air, kadar abu, gula pereduksi, uji skoring (warna dan aroma) dan hedonik, serta kandungan mikroba (TPC).



Gambar 3. Diagram alir pembuatan gula cair menggunakan *vakum rotary evaporator*

Sumber : Didik dkk. (2016) dengan modifikasi

Pemasukan nira kelapa sawit sebanyak 500 mL sesuai perlakuan (penambahan kapur dan tanpa penambahan kapur) kedalam labu bulat dan pemasangan kembali ke main unit, lalu pengisian pada *chamber water* dengan air dan atur pada suhu 70°C dan aktifkan *water bath*. Penggunaan suhu tersebut dipilih berdasarkan penelitian pendahuluan. Selanjutnya, penurunan posisi labu bulat hingga tercelupkan kedalam *water bath* namun jangan sampai terlalu merendam banyak. Atur kecepatan putaran rotary dan aktifkan vakum untuk menurunkan tekanan dalam labu. Nonaktifkan tombol *water bath*, putaran, dan vakum setelah lebih kurang 40 menit dengan salah satu parameteranya dari volumenya, waktu tersebut dijadikan patokan karena sebelumnya telah melakukan penelitian pendahuluan. Lalu, diamkan hingga netral suhunya. Pengamatan meliputi (brix, pH, kadar air, kadar abu, gula pereduksi, uji skoring (warna dan aroma) dan penerimaan keseluruhan, serta kandungan mikroba (TPC).

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap gula cair meliputi derajat brix, derajat keasaman (pH), kadar air, kadar abu, kadar gula pereduksi, total bakteri, dan uji sensori.

3.5.1 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).

3.5.2 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH diukur dengan menggunakan pH meter menurut prosedur AOAC (2016). Nilai pH diukur pada suhu yang sama. Sebelum pengukuran, pH meter distandarisasi dengan menggunakan buffer standar pH 4 dan pH 7. Pengukuran dilakukan dengan cara elektroda dibilas dengan akuades dan dikeringkan dengan tisu. Sampel dimasukkan ke dalam gelas piala 100 mL kemudian elektroda dicelupkan hingga tenggelam pada larutan sampel dan dibiarkan kurang lebih satu menit hingga diperoleh angka yang stabil dan dicatat nilainya.

3.5.3 Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2016). Prinsip pengujian adalah bobot yang hilang selama pemanasan pada suhu 105-110°C dianggap sebagai kadar air yang terkandung pada sampel. Langkah pertama yaitu cawan dipanaskan dalam oven pada suhu 105-110°C selama 30 menit dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang. Selanjutnya sampel sebanyak 2 g dimasukan ke dalam cawan lalu ditimbang. Cawan berisi sampel dikeringkan di dalam oven suhu 105-110°C selama 6 jam. Kemudian cawan berisi sampel didinginkan pada desikator selama 15 menit kemudian ditimbang. Setelah itu, dikeringkan kembali selama 30 menit lalu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan lakukan pengeringan secara berulang sampai bobot konstan. Kadar air yang terkandung pada contoh dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g)

C : berat cawan + sampel kering (g)

3.5.4 Kadar Abu

Pengujian kadar abu gula cair nira sawit menggunakan metode gravimetri (AOAC, 2016). Cawan porselen dikeringkan pada oven 100-105°C kurang lebih 1 jam, lalu didinginkan pada desikator selama 15 menit lalu ditimbang (A). Sampel tempe gembus sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam cawan porselen (B). Selanjutnya sampel dibakar di atas nyala pembakar sampai tidak berasap lagi, lalu dimasukkan ke dalam tanur listrik. Pengabuan dilakukan pada suhu maksimum 600°C selama 2 jam atau sampai terbentuk abu berwarna putih. Kemudian sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit, dan setelah dingin ditimbang (C). Pengeringan dilakukan secara berulang hingga didapatkan berat konstan. Kadar abu dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar abu} = \frac{C-A}{B-A} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan + sampel awal (g)

C : berat cawan + sampel kering (g)

3.5.5 Gula Pereduksi

Gula pereduksi ditentukan menggunakan metode fenol asam sulfat dengan mengacu pada penelitian Bayu dkk, (2017). Pertama, pembuatan larutan induk gula dilakukan dengan melarutkan 10 mg gula dalam 100 mL akuades. Kedua, pembuatan larutan standar gula dibuat dengan mengencerkan larutan induk gula 100 mg/L menjadi konsentrasi 0,005; 0,015; 0,020; 0,030; 0,040; dan 0,05 mg/mL. Selanjutnya, masing-masing 1 mL larutan standar ditambahkan 1 mL fenol 5%, dikocok dan ditambahkan 5 mL larutan asam sulfat pekat secara cepat dengan cara menuangkan secara tegak lurus ke permukaan larutan. Larutan didiamkan selama 10 menit, dikocok kemudian ditempatkan pada penangas berisi air hangat selama 15 menit. Pengukuran absorbansi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 490 nm. Kadar gula pereduksi dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ gula} = \frac{G \text{ sampel} - G \text{ blanko} \times FP}{W} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

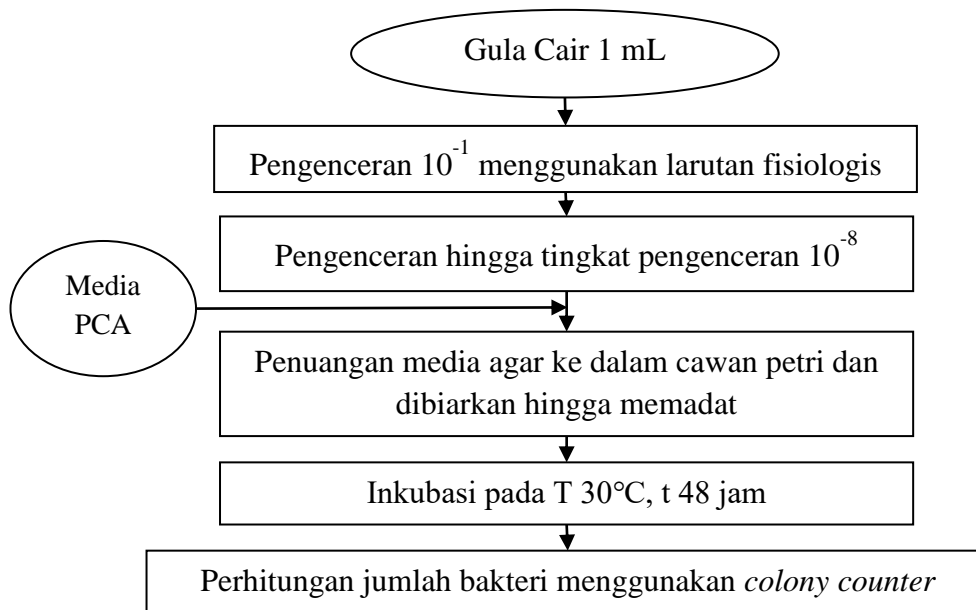
G : Nilai Absorbansi

FP : Faktor Pengencer

W : Berat sampel (mg)

3.5.6 Perhitungan Jumlah Bakteri pada Gula Cair dengan Metode *Total Plate Count* (TPC)

Jumlah koloni bakteri yang dapat dihitung adalah cawan petri yang mempunyai koloni bakteri antara 30-300 koloni. Alat-alat dan media disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 1 atm sebelum dilakukan. Menurut Pratiwi (2018), sampel yang ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian dilarutkan ke dalam larutan pengencer steril (larutan garam fisiologis) dengan volume mencapai 10 mL sehingga didapatkan pengenceran 10^{-1} . Larutan tersebut dipipet 1 mL, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 9 mL larutan pengencer steril untuk memperoleh pengenceran 10^{-2} dan seterusnya sampai didapat pengenceran 10^{-8} secara duplo. Setiap tabung reaksi dari tiga pengenceran terakhir tersebut diambil dengan menggunakan pipet sebanyak 1 mL selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan petri yang sudah disterilkan. Dituangkan 15 mL media PCA ke dalam setiap cawan petri kemudian digerakkan secara melingkar di atas meja supaya media PCA merata. Setelah PCA membeku, cawan petri diinkubasi dalam inkubator selama 48 jam pada suhu 30°C, kemudian dilakukan penghitungan jumlah bakteri menggunakan *colony counter*. Diagram alir proses pengamatan jumlah kapang dan khamir dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penghitungan TPC
Sumber : Pratiwi (2018)

3.5.7 Sifat Sensori

Uji sensori dilakukan dengan menggunakan uji skoring dan hedonik. Penilaian uji skoring yang meliputi warna, rasa, aroma. Penilaian pada uji ini dilakukan dengan menggunakan 8 (delapan) panelis terlatih berdasarkan orang yang memiliki kepekaan cukup baik yang terdiri dari 15-25 orang dengan dilakukan latihan-latihan. Panelis dapat menilai beberapa rangsangan sehingga tidak terlampaui spesifik. Keputusan diambil setelah data dianalisis secara bersama. Tahapan seleksi panelis terlatih diantaranya : wawancara, tahapan wawancara dilakukan dengan tanya jawab atau kuisioner yang tujuannya untuk mengetahui latar belakang, termasuk kondisi kesehatan panelis. Tahap penyaringan dilakukan untuk mengetahui keseriusan, kejujuran, keterbukaan, dan rasa percaya. Selain itu, dapat untuk menilai tingkat kepekaan secara umum maupun khusus, serta pengetahuan umum panelis. Tahap pemilihan, pemilihan dilakukan beberapa uji sensori untuk mengetahui kemampuan seseorang, dengan uji-juji ini diharapkan dapat terjaring informasi mengenai kepekaan dan pengetahuan mengenai komoditi bahan yang diujikan. Metode yang digunakan dalam pemilihan ini dapat berdasarkan intuisi dan rasional, umumnya dilakukan uji keterampilan panelis melalui analisis sekuensial dengan uji hedonik akan diterangkan lebih lanjut.

Tahap latihan, latihan bertujuan untuk pengenalan lebih lanjut sifat-sifat sensori suatu komoditi dan meningkatkan kepekaan serta konsistensi penilaian. Sebelum tahap ini dilakukan, panelis perlu diberikan instruksi yang jelas mengenai uji yang akan dilakukan dan larangan yang diisyaratkan, serta larangan untuk merokok, minum-minuman keras, menggunakan parfum dan sebagainya. Lama dan intensitas latihan sangat tergantung pada jenis analisis dan jenis komoditi yang diuji. Uji Kemampuan setelah proses latihan dilalui dengan cukup baik, panelis diuji kemampuannya terhadap bahan baku atau standar tertentu dan dilakukan berulang sehingga kepekaan dan konsistensinya bertambah baik. Setelah selesai dengan lima tahap tersebut, maka panelis siap menjadi anggota panelis terlatih.

Uji hedonik yang dilakukan menggunakan 30 panelis tidak terlatih. Cara pengujian sampel disajikan secara acak kepada panelis dalam sebuah wadah yang telah diberi kode dan air mineral sebagai penetral. Panelis diminta pendapatnya secara tertulis pada kuisisioner yang tersedia. Kuisisioner berisi nama, tanggal, petunjuk, skor penilaian, dan kode sampel. Pengujian dilakukan di Laboratorium Uji Sensori Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Format kuisisioner uji skoring dan hedonik dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Lembar kuisisioner uji skoring gula cair nira kelapa sawit

Kuisisioner Uji Skoring				
Produk	: Gula Cair Nira Kelapa Sawit			
Nama panelis	:			
Tanggal	:			
<p>Dihadapan Anda disajikan 4 sampel gula cair nira kelapa sawit. Anda diminta untuk mengevaluasi sampel gula cair nira kelapa sawit berdasarkan kesukaan anda. Berikan penilaian Anda dengan cara menuliskan skor di bawah kode sampel penilaian berikut :</p>				
Penilaian	Kode Sampel			
	VK	VTK	AK	ATK
Warna				
Aroma				
Keterangan :				
Warna		Aroma		
Putih Keruh	: 5	Sangat Suka	: 5	
Kuning	: 4	Suka	: 4	
Kuning Kecoklatan	: 3	Agak Suka	: 3	
Coklat	: 2	Tidak Suka	: 2	
Coklat Kehitaman	: 1	Sangat Tidak Suka	: 1	

Tabel 3. Lembar kuisioner uji hedonik gula cair nira kelapa sawit

Kuisioner Uji Hedonik				
Produk : Gula Cair Nira Kelapa Sawit				
Nama panelis :				
Tanggal :				
<p>Di hadapan Anda disajikan 4 sampel gula cair nira kelapa sawit. Anda diminta untuk mengevaluasi sampel gula cair nira kelapa sawit berdasarkan kesukaan Anda. Berikan penilaian Anda dengan cara menuliskan skor di bawah kode sampel penilaian berikut :</p>				
Penilaian	Kode Sampel			
	VK	VTK	AK	ATK
Penerimaan Keseluruhan				
Keterangan :				
Penerimaan Keseluruhan				
Sangat suka : 5				
Suka : 4				
Agak suka : 3				
Tidak suka : 2				
Sangat tidak suka : 1				

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian pembuatan gula cair adalah cara penguapan nira kelapa sawit dengan penambahan atau tanpa penambahan kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ diperoleh perlakuan terbaik pada nira yang ditambahkan kapur dan diupakan pada kondisi atmosferik (AK) dengan nilai derajat brix sebesar 68,750%; pH 5,398; kadar air 17,738%; kadar abu 0,859%; total gula pereduksi 44,306%; total plate count 0; skoring warna 3,417 (kuning kecoklatan); skoring aroma 4,400 (suka); dan penerimaan keseluruhan 4,044 (suka).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh saran yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait HMF (*Hidroxy Methyl Furfural*) dan komposisi penambahan kapur pada nira.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, D. R dan Waysima. 2009. *Buku Ajar Evaluasi Sensori Produk Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Published by the Association of Official Analytical Chemists. Marlyand.
- AOAC. 2016. *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists 20th edition*. Benjamin Franklin Station. Washington DC.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Konsumsi dan Produksi Gula Nasional*. Jakarta.
- Bakar, E. S. 2003. Kayu sawit sebagai substitusi kayu dari hutan alam. *Forum Komunikasi dan Teknologi dan Industri Kayu*. 2(1):5-6. Bogor.
- Balfas, J. 2008. *Teknologi Pengolahan Kayu Sawit Menjadi Solid Wood dan Plywood*. Ekspose atau Alih Teknologi Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Pekanbaru, Riau.
- BPPSDMP. 2010. Cara Pembuatan Gula Merah dari Nira Kelapa Sawit. [Http://cybex.pertanian.go.id/materi_lokalita/detail/1165](http://cybex.pertanian.go.id/materi_lokalita/detail/1165) (15 Agustus 2022)
- Bayu, W., Rika, R., Rahma, N. P., dan Muhaimin. 2017. Identifikasi Gula Hasil Hidrolisis Serat Daun Nanas Menggunakan Metode Fenol-Asam Sulfat Secara Spektrofotometri Uv-Visibel. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Bohm, V., Puspitasari-Nienaber, N. L., Ferruzi, M. G., dan Schwartz, S. G. 2015. Trolox Equivalent Antioxidant Capacity of Different Geometrical Isomers of α -Carotene, β Carotene, Lycopene and Zeaxantin. *Journal of Agricultural Chemistry* : 221-22.
- Choiron, M., dan Yuwono, S. S. 2018. Pengaruh Suhu Pasteurisasi dan Durasi Perlakuan Kejut Listrik Terhadap Karakteristik Sari Buah Mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 6(1):43-52.
- Dahrulsyah. *Pengantar Teknologi Pangan*. Bogor: IPB; 2012.

- Didik, N., Ersan., dan Dedi, S. 2016. Pembuatan Gula Aren Cair dengan Pengaturan Kapur dan Suhu Evaporasi. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. 4(2):79-87.
- Ditjenbun. 2021. *Statistik Perkebunan Indonesia 2017-2021*.
- Dubois, M., Gilles, J. Hamilton, P., Rebers., and Smith, F. 1956. Colorimetric Method For Determination of Sugars and Related Substance. *Analytica Chimica Acta*. 28(3):350-356.
- Elvina, T.S. 2018. Pengaruh Persentase 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.
- Erwinda, M. dan Hadi, W. 2014. Pengaruh pH Nira Tebu (*Saccharum officinarum*) dan Konsentrasi Penambahan Kapur Terhadap Kualitas Gula Merah. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3):54-64.
- Fauzy, Y., Widyastuti, Y. E., Satyawibawa, I., dan Hartono, R. 2004. *Kelapa Sawit*. 22-50. Penerbar Swadaya. Bogor.
- Fauzy, Y., Widyastuti, Y. E., Satyawibawa, I., dan Paeru, H. 2012. *Kelapa Sawit*. Penerbar Swadaya. Jakarta.
- Fitri, Y. F. 2008. Pengaruh Penambahan Susu Kapur (CaOH)₂ dan Gas SO₂ Terhadap pH Nira Mentah dalam Pemurnian Nira Pabrik Gula Kwala Madu PTP Nusantara II Langkat. *Karya Ilmiah*. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Haryanti, A., Norsamsi, P. S. F., Sholiha., dan Putri, N. P. 2014. Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Konversi*. 3(2): 20-29.
- Herawati. 2008. Penentuan Umur Simpan Pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang*. 27(4):124-130.
- Husin, K. 2015. *Arti Penting Kandungan Abu pada Produk Olahan*. Banjarbaru: Balittra (Balai Penelitian Lahan Rawa), bahan Penelitian dan Penegembangan Pertanian Kementerian pertanian.
- Joseph, G. H., dan Layuk, L. P. 2012. Pengolahan Gula Semut dari Aren. *B Palma*. 13(1): 60-65.
- Jumiyati., Iskandarini., dan Fauzia, L. 2017. Analisis Kelayakan Pengolahan Gula Merah Dari Nira Kelapa Sawit. Universitas Sumatera Utara.
- Krissetiana, H. 2014. *Uji Organoleptik Bahan Pangan*. PT. Citra Adi Parama. Yogyakarta.

- Litana, J., Karo-Karo, T., dan Yusraini, E. 2018. Karakteristik Kimia Parsial Nira pada Beberapa Interval Waktu Pengambilan dengan Variasi Lama Pelayuan dari Batang Pohon Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*) Yang Ditumbangkan. *Journal of Food and Life Sciences*. 2(2): 77 – 87.
- Lubis, A. 2013. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Di Indonesia. Halaman 13-16. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Megavitry, R., Laga, A., Syarifuddin, A., dan Widodo, S. 2019. Pengaruh Suhu Gelatinasi dan Waktu Sakarifikasi terhadap Produk Sirup Gula Sagu. *Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*. 2. 26–27.
- Meyer, L. 1973. *Food Chemistry*. Reinhold Publishing Corp. New York.
- 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 Reseach Journal*. 23(5):2063-2070.
- Pontoh, J. 2012. Aren Untuk Pangan dan Alternatif Energi Terbarukan. Prosiding Seminar Nasional Aren, Manado.
- Pontoh, J. 2013. Penentuan Kandungan Sukrosa Pada Gula Aren dengan Metode Enzimatik. *Prog*. 6(1):26-33.
- Pratiwi, L. D. 2018. Kajian Kinetika Pertumbuhan Mikroorganisme dan Kandungan B-Glukan Selama Fermentasi Tempe dengan Penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. Hal 25-36.
- Qalsum, U., Diah, A.W.M., dan Supriadi. 2015. Analisis Kadar Karbohidrat, Lemak dan Protein dari Tepung Biji Mangga (*Mangifera indica* L) Jenis Gadung. *Jurnal Akademi Kimia*. 4(4):168-174.
- Rakhmawati, R., dan Yunianta. 2015. Pengaruh Proporsi Buah : Air dan Lama Pemanasan Terhadap Aktivitas Antioksidan Sari Buah Kedondong (*Spondias dulcis*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(4):1682-1693.
- Risman dan Iskamto. 2018. Analisis Program Replanting Kebun Kelapa Sawit Anggota KUD Makarti Jaya di Desa Kumain Kecamatan Tandun Kabupaten Rokan Hulu. *Eko dan Bisnis (Riau Economics and Business Review*. 9(2): 85-88.
- Said, E. G. 1987. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi*. PAU Bioteknologi IPB. Bogor.
- Setyaningsih, D., Apriyantono, A., dan Sari, M.P. 2010. *Analisis Sensoris untuk Industri Pangan dan Agro*. IPB Press. Bogor.

- SNI 01-2978-1992. *Gula Cair*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Soerjadi. 1983. *Pabrikasi Gula*. LPP Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2007. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian Edisi Keempat*. Liberty. Yogyakarta. Hal 69.
- Supriatna, A. 2008. *Uji Performansi dan Analisa Teknik Alat Evaporator Vakum*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suryanti. 2014. *Pengaruh Metode Pemekatan terhadap Pembuatan Gula Cair*. *Skripsi Sarjana Sains Terapan*. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung
- Suwarto. 2014. *Top 15 Tanaman Perkebunan*. Halaman 136. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suwarno S., Ratnani R, D., dan Hartati I. 2015. *Proses pembuatan gula invert dari sukrosa dengan katalis asam sitrat, asam tartrat dan asam klorida*. *Momentum*. 11(2):99–103.
- Thaher, A.F., Prayogo., dan Suhandoyo. 2010. *Memaksimalkan Waktu Pengambilan Nira Guna Meningkatkan Produksi Gula Merah Kelapa Sawit*. *Karya Ilmiah*. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung.
- Varucha, M., Shrivastava, A. K., Shukla, S. P., and Mohammad, I. 2016. *Effect Of Sugar Intake Towards Human Health*. *Saudi Journal of Medicine*. Amity University. India. 1(2):29-36.
- Winarno, F. G. 2008. *Ilmu Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yamada H., Tanaka, R., Sulaiman, O., Hashim, Z. A. A., Hamid, M. K. A., Yahya, A., Kosugi, T., Arai, Y., Murata, S., Nirasawa, K., Yamamoto, S., Ohara, M. N. M., Yusof, W. A., Ibrahim, Y., Mori. 2010. *Old Oil Palm Trunk: A Promising Source of Sugars for Bioethanol Production*. *Biomass and Bioenergy*. 34. 1608-1613.
- Yunita., Ismail, Y. S., dan Maha, F. W. 2017. *Potensi Air Nira Aren (Arenga pinnata Merr.) sebagai Sumber Isolat Bakteri Asam Asetat (BAA)*. *Jurnal Bioleuser*. 1(3):134-138.