

KARAKTERISASI MUTU KIMIA NIRA BATANG SAWIT TUA (*Elaeis guineensis* Jacq) BERDASARKAN PENUNDAAN WAKTU EKSTRAKSI

(Skripsi)

Oleh

**Meisya Tifani Putri
2054051008**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF THE CHEMICAL QUALITY OF OLD PALM TRUNK JUICE (*Elaeis guineensis* Jacq) BASED ON EXTRACTION TIME DELAY

BY

MEISYA TIFANI PUTRI

One of the wastes of oil palm that currently being developed is the management of non-productive oil palm trunks aged 25-30 years. Oil palm trunks contain sap with sucrose, glucose and fructose levels. The purpose of this study was to determine the chemical quality of sap based on the delay in the extraction time of old oil palm trunk sap. This study was arranged non-factorially in a Complete Randomized Block Design (CRBD) with 5 replications. The treatment of delaying oil palm trunks consisted of delaying oil palm trunks for 1 week (P1), delaying oil palm trunks for 2 weeks (P2), delaying oil palm trunks for 3 weeks (P3), delaying oil palm trunks for 4 weeks (P4), delaying oil palm trunks for 5 weeks (P5). The observation parameters were total starch content, total reducing sugar, acidity level (pH), TPT (°brix). The data obtained were analyzed using the Bartlett test and the Tukey test, followed by analysis of variance (ANOVA), and Honest Significant Difference (HSD) test at the 5% level. The results showed that delaying the extraction of oil palm trunks for 5 weeks affected the chemical quality of the sap produced. Total starch content ranged from 17.61-71.99 ppm, total reducing sugar ranged from 12.07-18.98%, acidity (pH) ranged from 4.73-6.77, and total dissolved solids ranged from 5.76-17.70 °brix.

Keywords : chemical quality, oil palm, oil palm trunk delay, sap extraction.

ABSTRAK

KARAKTERISASI MUTU KIMIA NIRA BATANG SAWIT TUA (*Elaeis guineensis* Jacq) BERDASARKAN PENUNDAAN WAKTU EKSTRAKSI

OLEH

MEISYA TIFANI PUTRI

Salah satu limbah perkebunan kelapa sawit yang dikembangkan pada saat ini adalah pengelolaan batang kelapa sawit non produktif yang berumur 25-30 tahun. Batang kelapa sawit mengandung nira dengan kadar sukrosa glukosa dan fruktosa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui mutu kimia nira berdasarkan penundaan waktu ekstraksi nira batang sawit tua. Penelitian ini disusun secara non faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 5 ulangan. Perlakuan penundaan batang kelapa sawit terdiri dari penundaan batang kelapa sawit 1 minggu (P1), penundaan batang kelapa sawit 2 minggu (P2), penundaan batang kelapa sawit 3 minggu (P3), penundaan batang kelapa sawit 4 minggu (P4), penundaan batang kelapa sawit 5 minggu (P5). Parameter pengamatan yaitu total kadar pati, total gula reduksi, derajat keasaman (pH), TPT (°brix). Data yang diperoleh di analisis menggunakan uji Bartlett dan uji Tukey, dilanjutkan dengan analisis ragam (ANOVA), dan uji lanjut BNJ (Beda Nyata Jujur) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan penundaan ekstraksi batang kelapa sawit selama 5 minggu berpengaruh terhadap mutu kimia nira yang dihasilkan. Total kadar pati berkisar antara 17,61-71,99 ppm, total gula reduksi berkisar antara 12,07-18,98%, derajat keasaman (pH) berkisar antara 4,73-6,77, dan total padatan terlarut berkisar antara 5,76-17,70 °brix.

Kata kunci : ekstraksi nira, kelapa sawit, mutu kimia, penundaan batang sawit.

KARAKTERISASI MUTU KIMIA NIRA BATANG SAWIT TUA (*Elaeis guineensis* Jacq) BERDASARKAN PENUNDAAN WAKTU EKSTRAKSI

Oleh

MEISYA TIFANI PUTRI

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 : **KARAKTERISASI MUTU KIMIA NIRA BATANG SAWIT TUA (*Elaeis guineensis* Jacq) BERDASRKAN PENUNDAAN WAKTU EKSTRAKSI**

Nama : **Meisya Tifani Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2054051008**

Jurusan/Program Studi : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

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

Ir. Susilawati, M.Si.
NIP. 19610806 198702 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.**

Seljanah

Sekretaris : **Ir. Susilawati, M.Si.**

[Signature]

Anggota : **Ir. Otik Nawansih, M.P.**

[Signature]

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 19641118 198902 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **07 Agustus 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Meisya Tifani Putri

NPM : 2054051008

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 bukan 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 mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, 08 Juli 2024
Yang membuat pernyataan



Meisya Tifani Putri
NPM 2054051008

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, tanggal 03 Mei 2002 sebagai anak bungsu dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Edwin Indra Syafutra dan Ibu Marlina Wati. Penulis memiliki 1 Kakak Laki-laki bernama Daffa Rizky Syafutra. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 2 Palapa Bandar Lampung pada tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 26 Bandar Lampung pada tahun 2017, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 7 Bandar Lampung pada tahun 2020. Pada tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN).

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari – Februari 2023 di Desa Negara Ratu, Kecamatan Pakuan Ratu, Kabupaten Way Kanan. Penulis juga telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Madubaru PG PS Madukismo pada bulan Juli – Agustus 2023 dengan judul “Mempelajari Proses Produksi Gula Kristal Putih di PT. Madubaru PG PS Madukismo Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta”.

Selama menjalani kehidupan sebagai mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Teknologi Perikanan dan Perairan pada semester ganjil tahun 2023/2024. Penulis juga aktif dalam organisasi intra kampus, yaitu HMJ THP FP UNILA dalam bidang Dana dan Usaha pada tahun 2022. Motto hidup penulis adalah “Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya -QS. Al-Baqarah (286).”

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt. karena berkah limpahan rahmat, hidayah, dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Skripsi berjudul “Karakterisasi Mutu Kimia Nira Batang Sawit Tua (*Elaeis guineensis* Jacq) Berdasarkan Penundaan Waktu Ekstraksi” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa laporan ini dapat diselesaikan karena bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya 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 Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan banyak bimbingan, ilmu, arahan, masukan, nasihat, saran dan dukungan terutama dalam proses penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
4. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah memberikan bimbingan, saran, dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
5. Ibu Ir. Otik Nawansih, M.P., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan arahan, nasihat, saran serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.

6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, atas ilmu, kebaikan, dan pengalaman yang diberikan selama menjalani perkuliahan.
7. Kepada Ibu penulis tersayang, Mama Marlina Wati dan Abang Daffa yang telah memberikan kasih sayang, motivasi dan dukungan serta selalu menyertai penulis dalam doanya untuk melaksanakan dan menyelesaikan skripsi.
8. Sahabat SMA, Ginan dan Ganis yang selalu menemani saat suka maupun duka, selalu mendukung, mendoakan, dan memberi semangat, serta tempat penulis berkeluh kesah.
9. Teman - teman terdekat semasa perkuliahan, Dita Artha Ristiani, Gusti Ratu Maha Rizki, Irkhamna Annissa Wardatul Jannah, Luthfiani Heri Oktawiyanda, Widiawati Khoiratus Syafa'ah yang telah memberikan bantuan secara mental maupun fisik, dukungan, dan telah menghibur penulis selama masa perkuliahan, penelitian serta penyusunan skripsi.
10. Keluarga besar Lab. Pengelolaan Limbah Agroindustri, Masdiah, Aurel, Adjie, Alif, Mba Nurbaiti, Mba Asha, Mba Yayak, Bang Teguh, dan Bang Vico atas kebersamaan, dukungan, dan kerja sama pada proses penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi.
11. Teman – teman Jurusan Teknologi Hasil Pertanian angkatan 2020, atas kebersamaan dan seluruh cerita suka maupun dukanya selama ini serta memacu semangat dalam penyusunan skripsi.

Penulis berharap semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala membalas kebaikan yang telah kalian berikandan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi penulis dan banyak pihak.

Bandar Lampung, 08 Juli 2024
Penulis,

Meisya Tifani Putri

DAFTAR ISI

	Halaman
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Kelapa Sawit.....	6
2.2 Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen Kelapa Sawit	8
2.3 Nira Kelapa Sawit	10
2.4 Sumber - Sumber Nira	11
2.5 Kerusakan Nira	14
2.6 Gula Reduksi.....	15
2.7 Pati	18
III. METODE PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	20
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.4.1 Penebangan Pohon Kelapa Sawit Tua.....	21
3.3.2 Ekstraksi Nira Batang Sawit Tua	22
3.5 Parameter Analisis	23
3.5.1 Analisis Kadar Pati.....	24
3.5.2 Analisis Gula Reduksi.....	24
3.5.4 Analisis Derajat Keasaman (pH)	26
3.5.5 Analisis Total Padatan Terlarut (°Brix)	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Total Kadar Pati.....	27
4.2 Total Gula Reduksi.....	29
4.3 Derajat Keasaman (pH).....	31
4.4 Total Padatan Terlarut (°Brix)	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36

DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Biji kelapa sawit jenis <i>nigrencens</i> mentah hingga matang.....	8
2. Biji kelapa sawit jenis <i>virencens</i> mentah hingga matang.....	8
3. Struktur kimia glukosa	16
4. Struktur kimia manosa	16
5. Struktur kimia laktosa	16
6. Struktur kimia maltosa	16
7. Struktur kimia fruktosa	17
8. Struktur kimia galaktosa	17
9. Struktur kimia sukrosa	17
10. Struktur kimia amilosa	18
11. Struktur kimia amilopektin.....	19
12. Diagram pohon kelapa sawit.....	22
13. Diagram alir proses ekstraksi nira sawit	23
14. Total kadar pati ekstraksi nira penundaan batang kelapa sawit.....	27
15. Total gula reduksi ekstraksi nira penundaan batang kelapa sawit	29
16. Derajat keasaman (pH) ekstraksi nira penundaan batang kelapa sawit.....	31
17. Total padatan terlarut ekstraksi nira penundaan batang kelapa sawit.....	33
18. Kurva standar pati	56
19. Kurva standar gula reduksi.....	56
20. Penebangan batang kelapa sawit secara vertikal.....	57
21. Penimbangan batang kelapa sawit	57

22. Proses pengecilan ukuran dengan mesin planer <i>thicknesser</i>	57
23. Penimbangan berat empulur.....	57
24. Proses pengambilan ekstraksi nira sawit.....	58
25. Penimbangan nira sawit	58
26. Penimbangan kulit batang kelapa sawit tua	59
27. Kenampakan nira batang kelapa sawit tua	59
28. Analisis uji total kadar pati	60
29. Hasil analisis uji total kadar pati	60
30. Pembuatan kurva standar total gula reduksi.....	61
31. Analisis uji total gula reduksi.....	61
32. Hasil analisis uji total gula reduksi	62
33. Analisis derajat keasaman (pH)	62
34. Analisis total padatan terlarut (^o Brix)	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia nira batang kelapa sawit dengan cara penyadapan pada pohon yang ditumbangkan	10
2. Komposisi kimia nira batang kelapa sawit dengan cara pengepresan ...	10
3. Komposisi kimia berbagai macam nira	13
4. Data total kadar pati ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	47
5. Data uji Barlett total kadar pati ekstraksi nira batang kelapa sawit tua .	47
6. Data analisis ragam total kadar pati ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	48
7. Data uji BNJ 5% total kadar pati ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	48
8. Data total gula reduksi ekstraksi nira batang kelapa sawit tua.....	48
9. Data transformasi invers square root total gula reduksi ekstraksi nira batang kelapa sawit tua.....	49
10. Data uji Barlett transformasi total gula reduksi ekstraksi nira batang kelapa sawit tua.....	49
11. Data analisis ragam total gula reduksi ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	50
12. Data uji BNJ 5% total gula reduksi ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	50
13. Data derajat keasaman (pH) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	51
14. Data transformasi akar derajat keasaman (pH) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua.....	51
15. Data uji Barlett transformasi derajat keasaman (pH) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	52
16. Data analisis ragam derajat keasaman (pH) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua.....	52

17. Data uji BNJ 5% derajat keasaman (pH) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua.....	53
18. Data total padatan terlarut (°Brix) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	53
19. Data transformasi invers square root TPT (°Brix) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	54
20. Uji Barlett transformasi TPT (°Brix) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua.....	54
21. Data analisis ragam TPT (°Brix) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	55
22. Data uji BNJ 5% TPT (°Brix) ekstraksi nira batang kelapa sawit tua	55

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tanaman hasil perkebunan penghasil minyak makan, minyak industri maupun bahan bakar nabati (biodiesel) (Pahan, 2013). Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit pertama yang terbesar di dunia. Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang sangat diminati untuk dikelola atau ditanam baik oleh pihak BUMN (Badan Usaha Milik Negara), swasta, maupun petani (perkebunan rakyat). Hal ini karena kelapa sawit masih menjadi andalan sumber minyak nabati di dunia, sehingga permintaan terhadap produk kelapa sawit sangat besar (Arjuna dkk., 2017).

Menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2022, hasil yang menunjukkan konsumsi kelapa sawit di Indonesia mengalami kenaikan sebesar 10,36% atau sebesar 1,643 juta ton dari jumlah konsumsi minyak kelapa sawit pada tahun 2021 yang mana hanya sebesar 15,857 juta ton. Hal tersebut dapat dikatakan baik karena konsumsi minyak kelapa sawit setiap tahunnya terus mengalami kenaikan yang signifikan (Anjani, 2022). Haryanti (2014) menyatakan, semakin meningkatnya produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun, akan terjadi pula peningkatan volume limbahnya. Umumnya limbah padat industri kelapa sawit mengandung bahan organik yang tinggi sehingga berdampak pada pencemaran lingkungan (Sirait *et al.*, 2018).

Batang kelapa sawit yang sudah tidak produktif biasanya dibiarkan membusuk dengan sendirinya setelah proses penebangan. Hal ini dapat menyebabkan

terjadinya sarang hama tanaman kelapa sawit kumbang badak (*Oryctes rhinoceros*) dan jamur ganoderma yang berpotensi menyerang tanaman sawit yang baru ditanam pada lahan tersebut sehingga banyak pemilik perkebunan melakukan pembakaran terhadap batang kelapa sawit (Sirait *et al.*, 2018). Hal tersebut telah dilarang di Pasal 69 ayat 1 UU Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Siswoko dkk., 2017). Berdasarkan permasalahan yang ada, untuk mengurangi potensi limbah batang kelapa sawit perlu dilakukan langkah-langkah pemanfaatan batang kelapa sawit agar dapat mengurangi limbah yang dapat mencemari lingkungan.

Salah satu pengelolaan limbah kelapa sawit yang dikembangkan pada saat ini adalah pengelolaan batang kelapa sawit non produktif yang berumur 25-30 tahun (Widyaningsih dkk., 2023). Namun, sebelum kelapa sawit berumur 25 tahun kebanyakan petani sudah menebang pohon kelapa sawit di umur 17 tahun, karena dianggap sudah tidak produktif lagi. Batang kelapa sawit mengandung nira dengan komponen gula utama yaitu sukrosa, glukosa, dan fruktosa (Widyaningsih dkk., 2023). Menurut Badan Penyuluh Pengembangan Sumber Daya Manusia BPPSDM (2010) melaporkan bahwa batang kelapa sawit berpotensi menghasilkan nira segar kurang lebih 10 liter per-hari untuk 1 pohon kelapa sawit dengan cara penyadapan. Sedangkan batang kelapa sawit dengan cara ekstraksi menghasilkan 110 liter nira per-hari (belum di publikasi). Hal ini menjadi salah satu potensi yang didukung dengan melimpahnya ketersediaan limbah kelapa sawit sehingga dalam proses ekstraksi butuh lama waktu penundaan. Oleh karena itu perlu diteliti lama waktu penundaan dalam ekstraksi batang pohon kelapa sawit tua terhadap karakteristik kadar pati, kadar gula reduksi, derajat keasaman (pH), dan total padatan terlarut (°brix) yang dihasilkan.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui mutu kimia nira berdasarkan penundaan waktu ekstraksi nira batang sawit tua.

1.3 Kerangka Pemikiran

Kelapa sawit menghasilkan tandan buah pertama pada usia 3 tahun hingga mencapai hasil maksimal sekitar 12-15 tahun setelah penanaman. Produktivitas hasil panen kelapa sawit semakin menurun dan bertambahnya tinggi tanaman kelapa sawit menyebabkan penebangan pohon untuk penanaman kembali setelah umur kelapa sawit mencapai 25-30 tahun (Dirkes *et al.*, 2021). Pohon kelapa sawit yang sudah tidak produktif harus diremajakan karena produksi tandan semakin menurun dan pohon sudah terlalu tinggi sehingga akan sulit untuk dipanen. Pohon kelapa sawit tua yang ditebang oleh pemiliknya, dibiarkan membusuk dengan sendirinya di lahan sehingga menyebabkan sarang hama kumbang badak (*Oryctes rhinoceros*) dan jamur ganoderma yang berpotensi menyerang tanaman sawit yang baru ditanam pada lahan tersebut (Widyastuti, 2019). Batang kelapa sawit masih dapat dimanfaatkan karena mengandung gula pereduksi 0,723 %, sukrosa 15,892 %, pH 6,66, dan total gula 17,603% pada nira kelapa sawit (Elvina, 2018). (Suwandi, 1993) menyatakan nira sawit mengandung sukrosa (11,6%), glukosa (2,32%), dan fruktosa (1,47%). Selain itu, nira batang kelapa sawit mengandung kadar pati sekitar 4,7% (Ridwansyah dkk., 2007). Namun, kandungan nira segar dapat mengalami perubahan yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti umur pohon, cuaca, cara penyadapan, lama waktu penundaan, ekstraksi nira, dan kesehatan tanah dari pohon kelapa sawit (Gulo dkk., 2018).

Berdasarkan penelitian Litana dkk. (2018) batang pohon kelapa sawit yang ditunda (0 hari, 5 hari, dan 10 hari) dengan cara penyadapan dapat mempengaruhi pH, total asam, kadar air, dan kadar alkohol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik yaitu pada penundaan 0 hari dengan nilai pH 5,82, kadar air 85,7%, total asam 0,64% dan kadar alkohol 2%. Sedangkan total padatan terlarut terbaik pada lama penundaan batang hari ke 5 pada penyimpanan hari ke 15 yaitu sebesar 17,22° brix. Penelitian Gulo dkk. (2018) menyatakan bahwa perbedaan waktu penyadapan nira dari kelapa sawit berpengaruh terhadap pH dan total padatan terlarut (derajat brix) pada nira yang dihasilkan. Hasil penelitian tersebut

didapatkan bahwa total padatan terlarut terbaik terhadap mutu nira berdasarkan jumlah kandungan gula pada nira yaitu pada perlakuan umur pohon kelapa sawit 15 tahun dan tahapan penyadapan nira pada hari ke 20 yaitu sebesar 15,56° brix. Sedangkan, pH terbesar diperoleh pada tahapan penyadapan nira ke 0 hari yaitu sebesar 6,15 dan akan semakin menurun seiring lama waktu penyadapan nira.

Perubahan nira batang kelapa sawit jika ditunda dengan waktu beberapa hari dapat mengalami kualitas nira akan menurun seperti fermentasi pada nira, yang dapat mengubah rasa dan aroma serta meningkatkan kandungan alkohol pada nira. Penurunan nilai pH pada nira yang disebabkan oleh aktivitas mikroba *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat pada nira dan umbut nira kelapa sawit yang menyebabkan terjadinya proses fermentasi. Proses fermentasi terjadi reaksi mikroba akan merombak karbohidrat menjadi alkohol dan menyebabkan nira akan menjadi asam. Nilai pH normal nirakelapa sawit berkisar 5,6–6. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama proses pengeluaran nira maka semakin menurun mutu nira akibat fermentasi yang menyebabkan rasa asam dan pahit, serta berbuih putih dan berlendir pada nira (Natawijaya dkk., 2018). Proses pengeluaran nira sawit umumnya dilakukan dengan cara penyadapan, namun menggunakan mesin pres dapat menghasilkan rendemen yang lebih besar karena dapat mengeluarkan ekstrak nira menggunakan tekanan bertingkat (Mulyakandya, 2013).

Hasil penelitian terdahulu (Gulo dkk., 2018) menunjukkan bahwa setiap penundaan ekstraksi selama 5 hari berpengaruh terhadap mutu nira yang dihasilkan. Namun pada permasalahan yang ada, belum diketahuinya karakteristik nira dengan waktu penundaan ekstraksi pada waktu yang lebih lama. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan penundaan ekstraksi nira batang sawit dengan waktu 1 sampai 5 minggu. Pengamatan dilakukan pada setelah ekstraksi nira dengan analisis pengujian berupa kadar pati, kadar gula, derajat keasaman (pH), dan total padatan terlarut (°brix) yang dihasilkan.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini terdapat pengaruh waktu penundaan ekstraksi nira batang sawit tua terhadap karakteristik mutu kimia nira yang dihasilkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman yang tergolong monokotil atau yang memiliki akar serabut (Panjaitan, 2020). Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon, tingginya dapat mencapai 0-24 meter. Tanaman kelapa sawit memiliki ciri-ciri fisiologi yaitu daun kelapa sawit merupakan daun majemuk berwarna hijau tua, pelepah berwarna sedikit lebih muda. Tanaman kelapa sawit biasanya tumbuh dengan jenis tanah gambut yang tersebar pada pulau Sumatra, Kalimantan, dan juga Sulawesi ini merupakan jenis tanaman yang memiliki tingkat risiko terserang hama lumayan tinggi. Hama yang biasanya menyerang varietas tanaman kelapa sawit diantaranya ada kumbang badak, tungau, dan juga penggerek batang (Rahmawati, 2023). Oleh karena itu, perlu adanya upaya dari petani sehingga mampu menghasilkan buah dari kelapa sawit yang memiliki tingkat kualitas tinggi dan juga memiliki risiko kecil untuk terserang hama maupun penyakit. Secara ilmiah tanaman kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut.

Menurut Suwanto dkk., (2014) kasifikasi tanaman kelapa sawit adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi : Angiospermae

Kelas : Liliopsida

Ordo : Arecales

Famili : Arecaceae

Genus : *Elaeis*

Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq

Nama lokal : Kelapa sawit

Ada beberapa jenis varietas yang ditanam oleh petani kelapa sawit berdasarkan kondisi tempat, cuaca, dan juga kualitas dari bibit yang akan ditanam (Rahmawati, 2023). Varietas genetik kelapa sawit dibedakan berdasarkan ketebalan endokarpnya, dan juga berdasarkan warna buahnya. Berdasarkan ketebalan endokarpnya, kelapa sawit dibedakan menjadi tiga jenis yaitu Dura, Pisifera, serta Tenera. Berdasarkan warna buahnya, yaitu ada *Virescens*, *Nigrescens*, dan *Albescens*. Ketiga jenis tersebut ditemukan di beberapa hutan secara alami (Pandian dan Matana, 2015).

Perbedaan warna buah ini dilihat dari bagian eksokarpnya akibat perbedaan pigmentasi lapisan luar buah kelapa sawit (Sari *et al.*, 2022). Warna buah *nigrescens* yaitu saat muda ungu sampai hitam, kemudian saat matang menjadi merah kekuningan (orange). Warna buah *virescens* yaitu saat muda hijau kemudian saat matang menjadi merah semu kuning. Warna buah *albescens* yaitu saat muda kuning, kemudian saat matang menjadi kuning tua dan ungu kehitaman pada ujung buahnya. Jadi diantara ketiga keragaman genetik kelapa sawit berdasarkan warna buahnya, yang memiliki warna paling pucat yaitu *albescens* karena kandungan karotennya rendah (Latupeirissa dan Lewerissa, 2012). Karoten ini yang membuat warna kuning oren pada buah atau sayur. Diantara ketiga perbedaan warna buah kelapa sawit tersebut, jenis yang paling umum ditemukan yaitu *nigrescens*. Jadi yang paling sering digunakan untuk menciptakan jenis baru berasal dari indukan *nigrescens* dan *virescens*. Variasi genetik *virescens* lebih luas dibanding jenis lain (Siregar *et al.*, 2020).

Tanaman kelapa sawit biasanya tanaman yang sudah dapat diambil hasilnya secara rutin. Umumnya, berumur 3 sampai dengan 25 tahun atau sampai diremajakan kembali (Rizal, 2022). Tanaman sawit dapat dimanfaatkan secara produktif karena setiap bagiannya dapat dimanfaatkan. Selain daging dan inti

buah sawit yang dapat diekstrak menjadi minyak, bahkan produk sampingan yang dihasilkan selama proses produksi serta limbahnya juga dapat diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat (Widyaningsih dkk., 2023). Berikut buah kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Mentah

Setengah matang

Matang

Gambar 1. Biji kelapa sawit jenis *nigrencens* mentah hingga matang
Sumber : Singh et al. (2014)



Mentah

Setengah matang

Matang

Gambar 2. Biji kelapa sawit jenis *virencens* mentah hingga matang
Sumber : Singh et al. (2014)

2.2 Fisiologi dan Teknologi Pasca Panen Kelapa Sawit

Kelapa sawit mulai berbuah setelah umur 2,5 tahun dan matang 5,5 bulan setelah penyerbukan. Kelapa sawit dapat di panen jika tanaman telah berumur 31 bulan, 60% buah telah siap panen. Tanaman kelapa sawit menghasilkan tandan buah segar (TBS) yang dapat di panen pada saat tanaman berumur 3 atau 4 tahun (Pahan, 2008). Produksi yang di dihasilkan akan terus bertambah seiring bertambahnya umur dan akan mencapai produktivitas maksimal pada saat berumur 9-14 tahun, setelah itu produksi tanaman kelapa sawit yang dihasilkan

akan mulai menurun. Umur ekonomis tanaman kelapa sawit berkisar 25-26 tahun (Ronald, 2019).

Batang kelapa sawit pada umumnya tidak bercabang, pertumbuhan awal setelah fase muda (seedling) terjadi pembentukan batang yang melebar tanpa terjadi pemanjangan internodia. Titik tumbuh batang kelapa sawit hanya satu, terletak di pucuk batang, terletak di dalam tajuk daun, berbentuk seperti kubis, dan enak dimakan. Bagian batang sawit terdapat pangkal pelepah-pelepah daun yang melekat dan sukar terlepas, walaupun daun telah kering dan mati. Tanaman tua, pangkal-pangkal pelepah yang masih tertinggal pada batang akan terkelupas sehingga terlihat batang kelapa sawit berwarna hitam beruas. Pembengkakan pangkal batang terjadi karena ruas batang dalam masa pertumbuhan awal tidak memanjang, sehingga pangkal-pangkal pelepah daun yang tebal menjadi berdesakan (Sunarko, 2014).

Faktor fisiologis berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sawit seperti suhu, kelembaban, serta intensitas dan lama penyinaran matahari. Selain itu, ketinggian tempat berkaitan erat dengan suhu, dimana semakin tinggi tempat maka semakin rendah suhu yang tentu saja akan berpengaruh terhadap proses fisiologis tanaman seperti bukaan stomata, laju transpirasi, laju fotosintesis, dan respirasi tanaman (Listia dkk., 2019). Selain itu, perubahan iklim dimana sering terjadi fenomena kekeringan yang berdampak terhadap fisiologis dan produksi kelapa sawit. Kekeringan terjadi apabila kebutuhan udara tanaman tidak dapat tercukupi baik akibat terjadinya defisit udara. Defisit udara >200 mm menyebabkan gangguan fisiologi tanaman. Kekeringan dapat menghambat pembukaan pelepah daun muda, merusak hijau daun yang menyebabkan daun tampak menguning dan mengering, pelepah daun terkulai dan pupus patah (Riski, 2021).

2.3 Nira Kelapa Sawit

Nira merupakan kata yang diambil dari bahasa Sansekerta yaitu "neer" yang artinya air. Nira merupakan cairan yang memiliki rasa manis karena nira mengandung sukrosa. Nira dapat diperoleh dari tanaman palma seperti kelapa, aren dan juga kelapa sawit (Gulo dkk., 2018). Satu batang kelapa sawit bisa menghasilkan kurang lebih 10 liter air nira dalam satu hari untuk satu batang yang ditumbangkan dengan cara penyadapan (BPPSDM, 2010). Banyaknya air nira yang keluar dari pohon kelapa sawit tersebut tergantung besar kecil ukuran pohon kelapa sawit (Setiamy *et al.*, 2020). Komposisi nira dari suatu jenis tanaman dipengaruhi beberapa faktor yaitu antara lain varietas tanaman, umur tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah, iklim, pemupukan, dan pengairan (Gulo dkk., 2018). Komposisi nira batang kelapa sawit dengan cara penyadapan dan pengepresan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi kimia nira batang kelapa sawit dengan cara penyadapan pada pohon yang ditumbangkan

Parameter	Jumlah		
	*	**	***
pH	6,23	5,82	6,15
Kadar air (%)	85,67	85,77	87,78
Kadar abu (%)	0,43	0,36	0,35
Total asam (%)	0,83	0,64	0,39
Total padatan terlarut (°brix)	16,95	17,22	15,56
Kadar alkohol (%)	3,08	2	-

Sumber : * : Widyaningsih dkk., 2023

** : Litana dkk., 2018

*** : Gulo dkk., 2018

Tabel 2. Komposisi kimia nira batang kelapa sawit dengan cara pengepresan

Parameter	Jumlah		
	—	*	**
pH		5,16	5,82
Sukrosa (g/L)		10,10	3,89
Glukosa (g/L)		26,73	55,69
Fruktosa (g/L)		5,89	40,10

Sumber : * : Bukhari *et al.*, 2019

** : Sealee, 2022

Nira sawit biasanya dilakukan dengan cara penyadapan. Ada dua cara tahap penyadapan yang pertama adalah penyadapan pohon yang tidak ditumbangkan, yang dilakukan dengan cara mengiris tangkai bunga tujuannya agar seludang (kulit) dari batang terbuka. Nira yang dihasilkan dari irisan seludang (kulit) dilakukan dengan cara memangkas pelepah daun disekitar tempat penyadapan kemudian tangkai bunga dilubangi sedalam satu inchi. Nira yang dihasilkan dari cara penyadapan ini memiliki aroma dan rasa yang khas, namun jumlah yang dihasilkan sedikit. Cara kedua penyadapan nira dapat dilakukan setelah pohon ditumbangkan selama 3-7 hari. Kemudian untuk menghindari tumbuhnya spora titik tumbuh batang dibersihkan dengan cara pelepah batang kelapa sawit dibakar setelah itu dibuat lubang empat persegi panjang sedalam 7,5–10 cm. Pohon sawit yang tumbang menghasilkan rata-rata 3,4 –146,7 liter selama satu bulan dengan kadar gula 8–19,1 %. Banyaknya nira yang dihasilkan bergantung pada besarnya pohon yang disadap (Gulo dkk., 2018).

2.4 Sumber - Sumber Nira

Nira adalah cairan yang manis yang diperoleh dari air perasan batang atau tandan bunga jantan tanaman dari keluarga Palma seperti aren, tebu, aren, kelapa, sorgum dan kelapa sawit. Nira aren adalah cairan yang disadap dari bunga jantan pohon aren, yang tidak lain adalah hasil metabolisme dari pohon tersebut. Nira aren mengandung gula antara 10- 15% , baik bunga jantan maupun bunga betina

(Harahap dkk., 2019). Namun biasanya, tandan bunga jantan dapat menghasilkan nira dengan kualitas lebih baik dan lebih banyak. Oleh karena itu penyadapan nira hanya dilakukan pada tandan bunga jantan. Nira aren cepat mengalami perubahan menjadi asam karena terjadi proses fermentasi. Proses fermentasi mulai terjadi pada saat nira keluar dari tandan bunga aren, karena nira memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi (Gafar, P.A., dan Heryani, 2012).

Komposisi nira aren dapat dilihat pada Tabel 3. Umumnya wadah penampung nira tidak bersih dan sudah terdapat mikroba sehingga proses fermentasi berlangsung dengan cepat. Nira yang baru menetes dari tandan bunga mempunyai derajat keasaman (pH) sekitar 7, tetapi karena pengaruh keadaan sekitarnya cairan itu mudah mengalami kontaminasi oleh mikroba dan terjadi proses fermentasi sehingga pH nira menurun (Natawijaya dkk., 2018). Pohon aren umumnya dijumpai tumbuh secara liar (tidak ditanam orang). Hampir semua bagian dari pohon ini dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomi mulai dari bagian-bagian fisik pohon maupun dari hasil-hasil produksinya. Ketersediaan sumber daya tersebut juga merata di seluruh Indonesia seperti Sulawesi Selatan yang memiliki potensi aren yang cukup besar. Secara tradisional, masyarakat mengolah nira aren menjadi gula batu (gula merah) atau gula semut yang berupa kristal. Selain itu, gula aren mempunyai banyak kelebihan seperti harganya yang jauh lebih tinggi dan aromanya yang lebih harum (Baharuddin dan bandaso, 2007).

Nira tebu merupakan cairan hasil perasan yang diperoleh dari penggilingan tebu yang memiliki warna coklat kehijauan. Nira tebu selain mengandung gula, juga mengandung zat-zat lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 3. Nira tebu didapat melalui proses ekstraksi dengan pemerasan menggunakan mesin untuk mengeluarkan nira atau sari tebu (Wening dan Kuswurdjanto, 2023). Nira yang didapat dilakukan proses lebih lanjut untuk dijadikan produk yang dapat memiliki nilai jual. Nira tebu sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula, baik gula pasir, gula merah, dan gula cair. Pengolahan gula pasir dan gula cair dari tebu membutuhkan proses yang panjang dan sulit untuk dilaksanakan dalam skala kecil atau rumah tangga. Sementara pembuatan gula yang biasa dilakukan dalam skala

kecil adalah pembuatan gula merah, karena dapat dilakukan dengan metode tradisional yang hanya membutuhkan peralatan sederhana (Dewi dkk., 2014).

Nira kelapa merupakan cairan bening yang terdapat di dalam mayang kelapa yang pucuknya belum membuka atau cairan yang keluar dari bunga tanaman kelapa (Adiluhung dkk., 2019). Nira kelapa mempunyai komposisi yang dapat dilihat pada Tabel 3. Nira kelapa didapat dengan cara disadap dari bunga kelapa atau yang dikenal sebagai tandan kelapa. Kelapa mulai dapat disadap umur 6-8 tahun serta lamanya dapat disadap 25-30 tahun. Umur pohon kelapa juga menentukan nira yang dihasilkan, pohon yang tua cenderung menghasilkan nira lebih sedikit dibandingkan dengan pohon yang berumur lebih muda (Adisetya dkk., 2022). Nira yang didapat dilakukan proses lebih lanjut untuk dijadikan sebuah produk, seperti gula kelapa (Mazaya dkk., 2021) dan gula semut (Irundu dkk., 2022).

Nira sorgum merupakan cairan manis yang dihasilkan dari batang tanaman sorgum (*Sorghum bicolor L.*). Nira sorgum umumnya diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan alat crushing dengan cara menghancurkan batang sorgum yang telah dipanen (Rozalia dkk., 2024). Batang sorgum yang diperas akan menghasilkan nira yang rasanya manis, dengan kandungan nira sekitar 70% dari total batang. Produk olahan nira sorgum antara lain gula cair (Noerhartati dkk., 2013), gula kristal (Syamsuk dkk., 2018), permen jelly (Siti, 2023), dan bioetanol (Fathurrahmaniah, 2022). Nira sorgum dan jenis nira lainnya mengandung komposisi kimia yang dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Komposisi kimia berbagai macam nira

Parameter	Komposisi kimia nira				
	—	Aren	Tebu	Kelapa	Sorgum
Total gula (%)		12,04 ^a	19,29 ^f	14 ^k	11-16 ^j
Total padatan terlarut (°brix)		14 ^b	14-16 ^g	15,2-19,7 ⁱ	13,6-18,4 ^j
Sukrosa (%)		12 ^c	11-19 ^h	12,03-14,85 ⁱ	12,30-17,40 ^j
Gula reduksi (%)		2,68 ^d	0,5-1 ^h	-	2,1-7,8 ^m

Lanjutan Tabel 3. Komposisi kimia berbagai macam nira

Parameter	Komposisi kimia nira			
	Aren	Tebu	Kelapa	Sorgum
pH	5-7 ^c	4-5 ^g	5-6 ^j	4-5 ^l
Protein (%)	0,36 ^a	-	0,1 ⁱ	-
Lemak (%)	0,36 ^a	-	0,17 ⁱ	1,43
Abu (%)	0,21 ^a	0,16 ^f	0,66 ⁱ	1,28-1,57 ^j
Pati	0,25-0,5 g/g ^e	0,25 ppm ^j	-	209-1,764 ppm ^j
Alkohol (%)	4 ^c	0,10 ^f	-	0,56-1,28 ^j

Sumber : a : Gafar dan Heryani, 2012

b : Mi'raj F dkk., 2023

c : Hutami dkk., 2012

d : Baharuddin dan Bandaso, 2007

e : Mantar dkk., 2012

f : Irawan dkk., 2015

g : Fiky dkk., 2023

h : Arfika dan Mawaran, 2013

i : Tulalo dan Mawardi, 2018

j : Putri dan Sari, 2009

k : Iskandar dan Darusalam, 2020

l : Noerhartati dan Rahayuningsih, 2013

m : Toharisman dan Santoso, 1998

2.5 Kerusakan Nira

Nira segar mengandung karbohidrat dan air yang cukup untuk pertumbuhannya sehingga mudahnya terkontaminasi oleh mikroorganisme. Pada umumnya nira disadap 2 kali sehari yaitu sekitar 8-14 jam sekali. Proses kerusakan nira sebenarnya sudah dimulai sejak awal produksi. Infeksi mikroba ke dalam nira terjadi selama penebangan batang kelapa sawit dimana terjadi kontak antara batang dengan pisau atau tanah. Faktor lain yang dapat mempengaruhi masuknya mikroba adalah kondisi penyadapan nira yang sangat lambat. Kerusakan nira ditandai dengan rasa nira menjadi asam, berbuih putih dan berlendir (Erwinda dan Susanto, 2014).

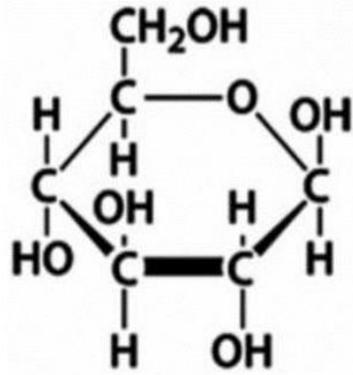
Nira yang disimpan pada suhu ruang, akan mengalami penurunan pH dan kadar gula. Aktifitas mikroba akan menyebabkan unsur sukrosa dari nira terurai, sehingga menyebabkan perubahan pH menjadi asam (Joseph dan Layuk, 2012). Hasil Karamoko dkk. (2016) melaporkan bahwa pH air nira sawit jenis tenera semakin menurun seiring dengan semakin lama interval pengambilannya (tanpa pemberian pengawet). pH air nira berkisar 6,60 pada saat pertama kali menetes dan akan terus menurun hingga mencapai kestabilannya yaitu pada pH 3,30 setelah 24 jam (Litana, 2018). Upaya yang dilakukan agar mutu nira tetap baik, pH nira harus berada pada pH netral yaitu 5-6. Ketika nira segar disimpan selama 8 jam tanpa pengawet, maka nira akan mengalami penurunan pH. Jika pH turun, maka proses degradasi sukrosa akibat aktivitas dari mikroorganisme akan meningkat (Yunita, 2017).

Mikroorganisme yang paling dominan tumbuh di nira kelapa sawit adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang akan mengakibatkan adanya proses hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa di dalam nira (Indraningtyas dkk., 2023). *Saccharomyces cerevisiae* dapat membentuk alkohol yang dapat menyebabkan fermentasi terus berlangsung dengan bantuan bakteri asam asetat (BAA). Air nira yang telah terfermentasi akan mengalami perubahan rasa menjadi rasa asam dan rasa pahit, hal tersebut karena adanya kandungan alkohol yang dihasilkan saat fermentasi berlangsung. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengawetkan nira sawit antara lain dengan menambahkan kulit manggis dan pengawet buatan seperti natrium metabisulfit, asam askorbat, dan air kapur (Litana dkk., 2018).

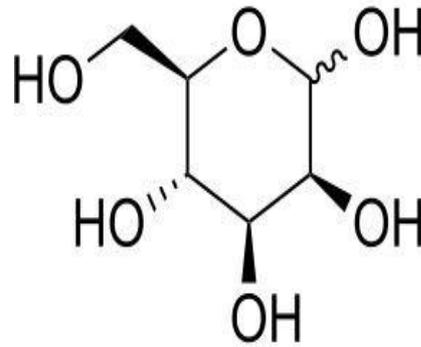
2.6 Gula Reduksi

Gula reduksi merupakan gula yang mempunyai kemampuan untuk mereduksi. Hal ini karena adanya gugus aldehyd, keton bebas atau gugus hidroksi yang bebas dan reaktif. Senyawa-senyawa yang mengoksidasi yaitu logam-logam oksidator seperti Cu (II). Faktor-faktor yang dapat mengalami reaksi gula reduksi adalah suhu dan lama penyimpanan. Adapun jenis-jenis gula yang termasuk gula reduksi adalah glukosa, manosa, laktosa, maltosa, fruktosa, galaktosa. Sedangkan

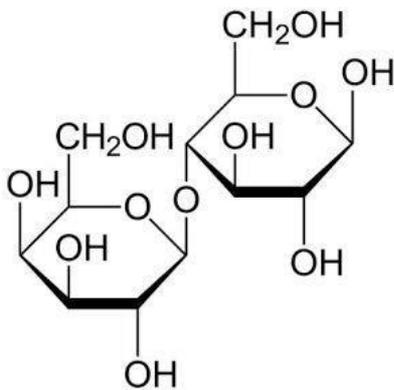
gula non-reduksi adalah gula yang gugus karbonilnya berikatan dengan senyawa monosakarida lain seperti sukrosa (Klau dkk., 2019). Struktur kimia gula reduksi dan gula non-reduksi dapat dilihat sebagai berikut.



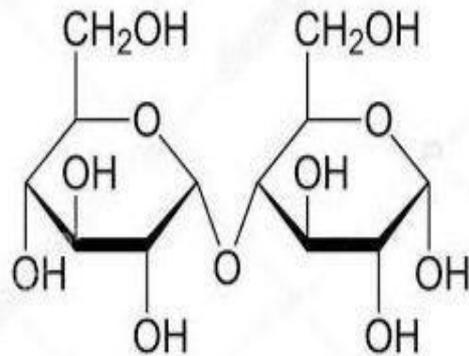
Gambar 3. Struktur kimia glukosa
Sumber : Murniati, (2015)



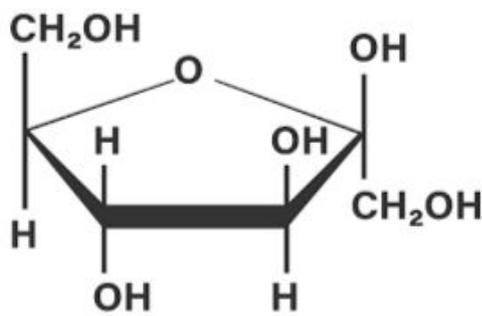
Gambar 4. Struktur kimia manosa
Sumber : Yuansah, (2020)



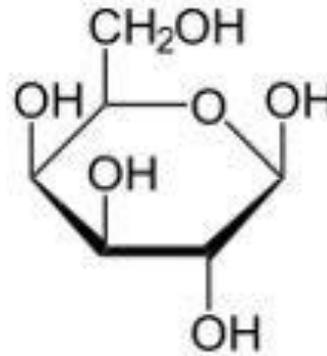
Gambar 5. Struktur kimia laktosa
Sumber : Murniati, (2015)



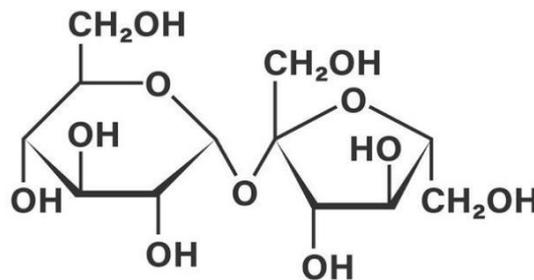
Gambar 6. Struktur kimia maltosa
Sumber : Murniati, (2015)



Gambar 7. Struktur kimia fruktosa
Sumber : Murniati, (2015)



Gambar 8. Struktur kimia galaktosa
Sumber : Murniati, (2015)



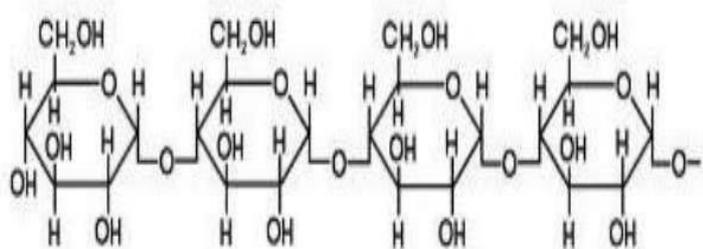
Gambar 9. Struktur kimia sukrosa
Sumber : Murniati, (2015)

Monosakarida mempunyai kemampuan untuk mereduksi suatu senyawa. Sifat pereduksi dari suatu gula ditentukan oleh ada tidaknya gugus hidroksil bebas yang reaktif. Prinsip analisisnya berdasarkan pada monosakarida yang memiliki kemampuan untuk mereduksi suatu senyawa. Adanya polimerisasi monosakarida mempengaruhi sifat mereduksinya (Rohmaningsih,2008). Berdasarkan penelitian Sonya dkk. (2021) kandungan gula reduksi pada nira aren sebanyak 5,18% dan pada gula semut aren sebanyak 10,31%. Hal ini karena proses pemasakan nira yang mengakibatkan terjadi peningkatan kandungan gula reduksi sebanyak 5,13% di bandingkan dengan nira aren sebelum dimasak. Gula reduksi mengalami perubahan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya yaitu pemanasan, yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan laju reaksi kimia maupun penguraian gula. Selain itu lama penyimpanan nira dapat menyebabkan fermentasi atau degradasi gula (Sonya dkk., 2021).

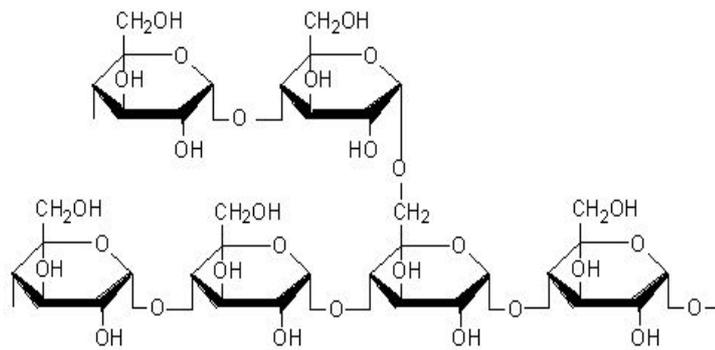
2.7 Pati

Pati merupakan karbohidrat kompleks yang tersimpan dalam bentuk pati di dalam batang, umbi, buah, dan biji. Pati berfungsi sebagai cadangan energi bagi tanaman, yang bisa digunakan saat fotosintesis tidak optimal. Pati disimpan di dalam jaringan parenkim batang, berperan penting dalam metabolisme tanaman. Nira sawit mengandung pati yang dapat diekstraksi dan diolah menjadi berbagai produk. Keberadaan pati dalam nira sawit relatif rendah, karena nira lebih banyak mengandung gula, terutama glukosa dan fruktosa (Ridwansyah dkk., 2007).

Pati biasanya lebih dominan pada bahan seperti singkong atau beras. Pati dalam nira sawit umumnya tidak terdapat dalam jumlah yang tinggi, hal ini nira sawit terutama mengandung gula. Meskipun demikian, nira sawit dapat menjadi sumber energi dan bahan baku alternatif, dengan potensi untuk menghasilkan produk fermentasi atau bahan baku bioenergi. Pati dari nira sawit bisa digunakan untuk produksi makanan, minuman, dan bahan baku industri, seperti bioetanol dan produk fermentasi. Komponen utama granula pati yaitu amilosa (15% - 30%), amilopektin (70% sampai dengan 85%), dan material lain seperti protein dan lemak (5% sampai dengan 10%) (Cahyaningtyas dkk., 2019). Struktur kimia amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 10. Struktur kimia amilosa
Sumber : Sari dkk., (2020)



Gambar 11. Struktur kimia amilopektin
Sumber : Sari dkk., (2020)

Amilosa merupakan polimer rantai lurus, sedangkan amilopektin merupakan polimer rantai bercabang. Granula pati berukuran 1 μm sampai dengan 100 μm . Struktur dan jenis material sumber pati (bentuk, ukuran, distribusi ukuran, dan kristalinitas granul) tergantung pada sifat botani sumber pati. Pemanfaatan batang sawit dengan cara mengekstrak pati telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya adalah Azemi *et al.* (1999), Ridwansyah (2006) dan Tay *et al.* (2013). Penelitian Azemi *et al.* (1999) menghasilkan pati sebesar 7,15%, penelitian Ridwansyah (2006) menghasilkan pati sebesar 4,7% dan pada penelitian Tay *et al.* (2013) menghasilkan pati maksimum sebesar 8,24%. Ekstraksi pati batang sawit tidak hanya memberikan kontribusi ekonomis tetapi juga dapat memperluas aplikasi penggunaan serat bebas pati sehingga menambah keanekaragaman pemanfaatan limbah batang sawit (Azemi *et al.*, 1999).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

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

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah batang kelapa sawit tua yang berusia 17 tahun diperoleh dari perkebunan rakyat di daerah Pesawaran, Lampung. Sedangkan bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu aquades, kertas saring dan reagen DNS (*3,5-Dinitrosalicylic Acid*) (v/v), kalsium chlorida pro analysis (b/v), asam asetat glasial 100% (v/v), kalium iodida pro analysis (b/v), kalium iodat pro analysis (b/v), dan larutan asam asetat glasial 1 N (v/v).

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gergaji mesin, mesin planer thicknesser, mesin pres ulir, saringan, kain saring, kain kasa 200 mesh, ember, jeriken, timbangan analitik, gelas ukur, gelas beaker, labu ukur, pipet tetes, hanna instrumen pH meter, Abbe refraktometer ATAGOR NAR-1T SOLID, panci, spatula, refrigerator, spektrofotometer Uv-Vis double beam, aluminium foil, kertas saring, Erlenmeyer, batang pengaduk, corong kaca, tabung reaksi, penangas air, label, dan tissue.

3.3 Metode Penelitian

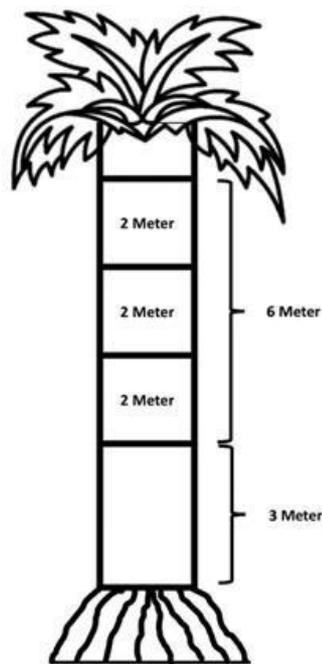
Percobaan disusun secara non faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan variabel bebas berupa waktu penundaan ekstraksi yang terdiri dari 5 taraf perlakuan batang kelapa sawit yang berbeda-beda. Masing-masing perlakuan pada 5 taraf tersebut dilakukan ulangan sebanyak 5 kali sehingga diperoleh percobaan sebanyak 25 kali. Pengamatan yang dilakukan yaitu total kadar pati, total gula reduksi, derajat keasaman (pH), dan total padatan terlarut ($^{\circ}$ brix). Data yang diperoleh dianalisis kehomogenannya dengan uji Bartlett dan kemenambahan data diuji dengan uji Tukey. Selanjutnya data diolah dengan analisis ragam (ANARA) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan. Jika berpengaruh nyata maka data diuji dengan uji lanjut uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahap penebangan pohon kelapa sawit, proses ekstraksi nira, dan penyaringan nira.

3.4.1 Penebangan Pohon Kelapa Sawit Tua

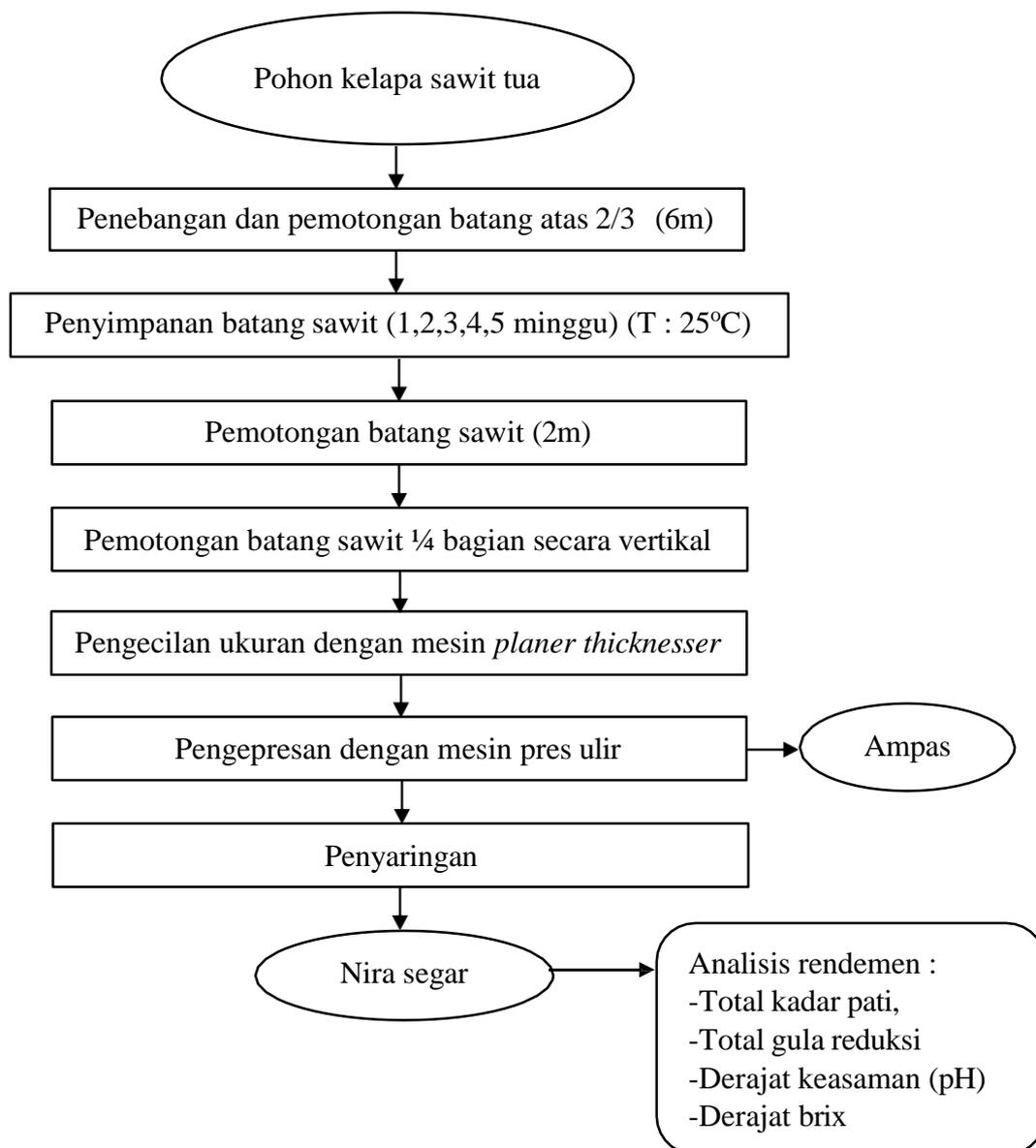
Tahap awal yang dilakukan penelitian ini yaitu melakukan penebangan pohon batang kelapa sawit tua yang berumur 17 tahun atau sudah tidak produktif dalam memproduksi tandan sawit. Batang pohon sawit yang sudah ditebang memiliki panjang sekitar 6 meter kemudian dipotong menjadi 2 meter. Selanjutnya, batang tersebut diangkat dan disimpan sesuai perlakuan penundaan (1-5 minggu). Berikut penebangan pohon kelapa sawit disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram pohon kelapa sawit
 Sumber : Yamada et al. (2010) yang telah dimodifikasi

3.3.2 Ekstraksi Nira Batang Sawit Tua

Proses ekstraksi dilakukan dengan cara batang sawit ditebang sepanjang $\frac{2}{3}$ dari bagian batang atas dengan panjang 6 meter kemudian dipotong kembali dengan ukuran 2 meter. Selanjutnya batang sawit dilakukan penyimpanan berdasarkan perlakuan yaitu 1,2,3,4, dan 5 minggu. Batang sawit dengan ukuran 2 meter dipotong dan diambil $\frac{1}{4}$ bagian batang secara vertikal. Selanjutnya bagian serpihan pada batang sawit dilakukan pengecilan ukuran yang berbentuk serabut menggunakan mesin *planer thicknesser*. Selanjutnya serpihan yang dihasilkan ditimbang dan dilakukan proses ekstraksi. Proses ekstraksi dilakukan dengan cara memasukkan serpihan sedikit demi sedikit pada mesin pres. Selanjutnya didapatkan hasil nira yang sudah terpisah dari ampasnya. Nira yang diperoleh disaring dan ditampung ke dalam wadah bersih. Proses ekstraksi nira sawit dijasikan pada Gambar 14 sebagai berikut.



Gambar 13. Diagram alir proses ekstraksi nira sawit
Sumber : Hossain *et al.* (2018) yang telah dimodifikasi

3.5 Parameter Analisis

Pengamatan yang dilakukan terhadap nira sawit meliputi total kadar pati, total gula reduksi, derajat keasaman (pH), dan total padatan terlarut ($^{\circ}$ Brix).

3.5.1 Analisis Kadar Pati

Pengujian sampel diawali dengan cara sampel disaring dengan kain kasa 200 mesh kemudian ditentukan brix sampel dengan alat refractometer setelah itu sampel yang telah disaring diambil menggunakan mikro pipet sebanyak 3 mL kemudian sampel dimasukkan ke dalam labu takar ukuran 10 mL. Selanjutnya sampel ditambahkan 5 mL campuran kalsium chlorida dengan konsentrasi 40% dan asam asetat dengan konsentrasi 2 M. Sampel tersebut dicampur hingga homogen. Selanjutnya, sampel dipanaskan menggunakan hot plate dengan air mendidih selama 5 menit. Setelah itu, sampel didinginkan dan ditambahkan aquades hingga tanda batas kemudian dikocok. Selanjutnya disiapkan 2 buah labu takar ukuran 5 mL dan diberi tanda 'Blanko' dan 'Sampel'. Sampel diambil dengan mikro pipet sebanyak 3 mL kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing 2 buah labu takar yang berukuran 5 mL dan sudah diberi tanda 'Blanko' dan 'Sampel' selanjutnya ditambahkan larutan asam asetat 1 N sebanyak 0,5 mL. Khusus labu takar yang bertanda 'Sampel' ditambahkan 1 mL campuran kalium iodat dengan konsentrasi 0,0017 mol/L – kalium iodat 10% dan ditambahkan aquades hingga tanda batas kemudian dikocok. Setelah itu, sampel diukur absorbansi dengan spektrometer pada panjang gelombang (λ) 700 nm kemudian dicatat hasilnya (Buku Metode ICUMSA, 2009).

3.5.2 Analisis Gula Reduksi

Analisis gula reduksi dihitung dengan mengukur absorbansi sampel yang diperoleh menggunakan spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang 540 nm dengan metode DNS (3.5 *Dinitrosalicylic Acid*) yang mengacu pada penelitian Rismawati dkk. (2016). Analisis gula reduksi diawal dengan pembuatan reagen DNS, kurva standar glukosa, dan pengujian sampel.

1. Pembuatan Reagen DNS

Langkah pertama pada pembuatan reagen DNS (3.5 *Dinitrosalicylic Acid*) sebanyak 1,06 g dan NaOH sebanyak 1,98 g dilarutkan ke dalam 141,6 mL akuades. Setelah itu, ditambahkan 30,6 g natrium kalium tartrat 0,83 g natrium metabisulfit, dan 0,76 mL fenol (dicairkan pada suhu 50°C) kemudian diaduk hingga larut merata (Rismawati dkk., 2016).

2. Kurva Standar Gula Reduksi

Kurva standar gula reduksi dilakukan dengan cara pembuatan larutan induk dengan melarutkan 0,1 gram glukosa ke dalam beaker glass dan ditambahkan aquades 10 mL kemudian diaduk menggunakan batang pengaduk hingga homogen. Selanjutnya dilakukan seri pengenceran larutan induk berturut-turut 0,1, 0,2, 0,3, dan 0,4 mg/mL. 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 10 mL dan dilakukan pembacaan absorban menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang (λ) 540 nm. Panjang gelombang ini digunakan karena dari larutan dibuat akan mengalami reaksi yang menghasilkan warna yang terlihat pada sampel dan diserap yaitu bewarna orange. Kurva standar yang telah dibuat digunakan untuk menghitung gula reduksi pada nira batang sawit, dengan sumbu X sebagai konsentrasi glukosa dan sumbu Y sebagai absorbansi. Kurva standar gula reduksi dapat dilihat pada (Gambar 19, Lampiran 2).

3. Pengujian Sampel

Pengujian sampel diawali dengan cara sampel nira diambil 0,5 mL nira yang sudah diencerkan (500x pengenceran) dari tabung reaksi menggunakan mikro pipet setelah itu sampel dimasukkan kedalam tabung reaksi. Selanjutnya sampel ditambahkan reagen DNS sebanyak 0,5 mL menggunakan mikro pipet. Setelah itu, sampel divortex dan dipanaskan menggunakan magnetic stirrer pada beaker glass selama 5 menit dan di diamkan hingga suhu ruang.

Selanjutnya sampel ditambahkan aquades dengan pipet tetes hingga volume akhir 5 mL kemudian divortex kembali. Sampel yang telah divortex diukur absorbansi menggunakan spektrometer Uv-Vis pada panjang gelombang (λ) 540 nm kemudian dicatat hasilnya dan dimasukkan pada rumus pembuatan kurva standar sebelumnya yaitu ($y = 1,57x + 0,0112$, $R^2 = 0,9902$).

3.5.4 Analisis Derajat Keasaman (pH)

Menurut prosedur (AOAC, 2016), nilai pH diukur menggunakan pH meter. Sebelum dilakukan pengukuran, pH meter dinyalakan terlebih dahulu dan dinetralkan selama 15-30 menit. pH meter distandarisasi menggunakan buffer standar pH 4 dan pH 7. Pengukuran dilakukan dengan cara elektroda dibilas dengan akuades dan dikeringkan dengan tisu. Sampel dimasukkan ke dalam beaker glass 100 mL setelah itu elektroda dicelupkan hingga tenggelam pada larutan sampel dan dibiarkan kurang lebih satu menit hingga diperoleh angka yang stabil kemudian dicatat nilainya (AOAC, 2016).

3.5.5 Analisis Total Padatan Terlarut ($^{\circ}$ Brix)

Nilai derajat brix diukur menggunakan refraktometer. Sebelum dilakukan pengukuran derajat brix, bagian prisma refraktometer dibersihkan terlebih dahulu menggunakan tisu. Sampel ditetes menggunakan pipet tetes pada refraktometer sebanyak 2 tetes dibagian prisma, kemudian ditutup knop prisma dan dilihat bagian lensa, knop diputar yang terletak dibagian kanan refraktometer sampai kroma mengikat garis batas X, setelah itu diamati layar berwarna hijau pada refraktometer (Muenmanee *et al.*, 2016).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan penundaan ekstraksi batang kelapa sawit selama 5 minggu berpengaruh terhadap mutu kimia nira yang dihasilkan. Total kadar pati menghasilkan nilai berkisar 17,61-71,99 ppm, total gula reduksi menghasilkan nilai berkisar 12,07-18,98%, derajat keasaman (pH) menghasilkan nilai berkisar 4,73-6,77, dan total padatan terlarut menghasilkan nilai berkisar sebesar 5,76-17,70 °brix.

5.2 Saran

Saran yang diajukan pada penelitian ini adalah perlu ditingkatkan kapasitas dari mesin ekstraksi agar waktu ekstraksi lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiluhung, A., Ervina, M., Gunawan W., dan Ide, S. 2019. Produk potensial nira kelapa untuk dikembangkan pada skala UMKM di Banyumas. *Jurnal Agrin*. 23(2) : 85-102.
- Adisetya, E., Krisdiarto, A. W., dan Partha, I. B. B. 2022. Pengaruh kondisi penyadapan terhadap kualitas nira kelapa (*Cocos nucifera*). *In Prosiding Seminar Nasional Instiper*. 1(1) : 271-278.
- Anjani I. G., Saputri A. B., Armeira A. N. P., dan Januarita, D. 2022. Analisis konsumsi dan produksi minyak kelapa sawit di Indonesia dengan menerapkan metode moving average. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*. 9(4) : 1014-1019.
- Amiarsi, D. 2012. Pengaruh konsentrasi oksigen dan karbondioksida dalam kemasan terhadap daya simpan buah mangga gedong. *Jurnal Hortikultura*. 22(2) : 196-203.
- AOAC (*Association of Official Analytical Chemist*). 2016. Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists 20th edition. *Benjamin Franklin Station*. Washington DC.
- Arfika, F. W., dan Mawarani, L. J. 2013. Pengaruh waktu perendaman ampas tebu sebagai biomaterial adsorbent pada proses pretreatment terhadap karakteristik biodiesel minyak jelantah. *Jurnal Teknik ITS*. 2(2) : 262 - 267.
- Arjuna, Y., I Nengah A., dan Gede, S. 2017. Pengaruh komposisi media tanam dan pemberian pupuk anorganik majemuk terhadap pertumbuhan awal bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 6(2) : 2301-6515.
- Azemi, M., Noor M., Dos, A.M.M., and Islam, M.D., Mymensingh dan Mehat N.A. 1999. Phyco-chemical properties of oil palm trunk starch. *Journal Starch Starke*. 51 : 293-301.

- Badan Pusat Statistik. 2022. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2022*. Badan Pusat Statistik (BPS). Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. SNI: Gula Kelapa Kristal SII 0268-85. Jakarta.
- Baharuddin, M. M., dan Bandaso, H. 2007. Pemanfaatan nira aren (*Arenga pinnata* Merr) sebagai bahan pembuatan gula putih kristal. *Jurnal Perennial*. 3(2) : 40-43.
- Balfas, J. 2009. Karakteristik kayu kelapa sawit tua. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 27(3) : 223-234.
- Cahyaningtyas, A.A., Ermawati, R, Supeni, G, Syamani, F.A, Masruchin, N., dan Kusumaningrum, W.B. 2019. Modifikasi dan karakterisasi pati batang kelapa sawit secara hidrolisis sebagai bahan baku bioplastik. *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 41(1) : 37-44.
- Dewi, S. R., Izza, N., Agustiningrum, D. A., Indriani, D. W., Sugiarto, Y., Maharani, D. M., dan Yulianingsih, R. 2014. Pengaruh suhu pemasakan nira dan kecepatan pengadukan terhadap kualitas gula merah tebu. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 15(3) :149-158.
- Dirkes, R., Neubauer, P. R., and Rabenhorst, J. 2021. Pressed sap from oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) trunks: a revolutionary growth medium for the biotechnological industry. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 15(3) : 931-944.
- 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.
- Erwinda, M. D., dan Susanto, W. H. 2014. Pengaruh pH nira tebu (*Saccharum officinarum*) dan konsentrasi penambahan kapur terhadap kualitas gula merah. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(3): 54-64.
- Farrasati, R., Pradiko, I., Rahutomo, S., dan Ginting, E. N. 2021. Pemupukan melalui tanah serta daun dan kemungkinan mekanismenya pada tanaman kelapa sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*. 26(1), 7-19.
- Fathurrahmaniah, F. 2022. Potensi aorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) sebagai

bahan baku pembuatan bioetanol. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA)*. 3(2):42-45.

Fi'liyah, Nurjaya dan Syekhfani. 2017. Pengaruh pemberian pupuk kcl terhdap nitrogen, fosfor, kalium tanah dan serapan tanaman pada incepticol untuk tanaman jagung di situ hilir, cibungbulang, Bogor. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 3(2) : 329-337

Fiky I. A., Rini R. S., Anita W., dan Wardah. 2023. Pengaruh umur simpan tebu terhadap kualitas nira tebu (*Saccharum officinarum* L). *Jurnal Heuristic*. 20(2) : 209-214.

Fitri, S. W., Dewi, Y. S. K., dan Raharjo, D. 2018. Penambahan kulit batang pohon bawang hutan (*Scorodocarpus borneensis* Becc) terhadap kualitas gula kelapa. *FoodTech: Jurnal Teknologi Pangan*. 1(1), 32-41.

Fitriyani, Djangi M.J, dan Alimin. 2014. Pengaruh penambahan daun manggis hutan (*Garcinia hombroniana pierre*) terhadap umur simpan nira aren (*Arenga pinnata* Merr). *Jurnal Chemical* 15(1):82-93.

Gafar, P.A., dan Heryani, S. 2012. Pengembangan proses pengolahan minuman nira aren dengan teknik ultrafiltrasi dan deodorisasi. *Jurnal Hasil Penelitian Industri*. 25(1) : 1-10.

Garusti, G., Yogi, Y. A., and Nurindah, N. 2019. Analysis of tanjung sugar quality of three sugarcane varieties. *Jurnal Littri*. 25(2), 91–99.

Gulo, M. S. C. R., Karo-Karo, T., dan Nainggolan, R. J. 2018. Pengaruh umur pohon kelapa sawit dan tahapan pengeluaran nira terhadap mutu nira kelapa Sawit (*Elais guineensis* Jacq). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 6(2) : 273-278.

Harahap, P., Harahap, M. K., dan Harahap, F. S. 2019. Identifikasi karakter fenotip daun tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr) di Kabupaten Tapanuli Selatan. *Jurnal Online Pertanian Tropik*. 6(3) : 472-476.

Haryanti, A., Norsamsi, N., Sholiha, P. S. F., dan Putri, N. P. 2014. Studi pemanfaatan limbah padat kelapa sawit. *Konversi*. 3(2) : 20-29.

Hidayani, T. R. 2017. Karakterisasi pati dari batang kelapa sawit yang telah tidak produktif. *Jurnal Majalah Ilmiah Teknologi Industri*. 14(2) : 111-117.

- Hutami, R., Pribadi, M. F. I., Nurcahali, F., Septiani, B., Andarwulan, N., Sapanli, K., dan Wahyudi, S. 2023. Proses produksi gula aren cetak (*Arenga pinnata* Merr) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*. 5(2) : 119-130.
- 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*. 4 : 652-662.
- ICUMSA. Buku Metode ICUMSA 2009. 2010. Verlag Dr. Albert Bartens. KG: Berlin.
- Indahyanti, E., Kamulyan, B., dan Ismuyanto, B. 2014. Optimasi konsentrasi garam bisulfit pada pengendalian kualitas nira kelapa. *Jurnal Penelitian Saintek*. 19(1) : 1-8.
- Irawan, S. A., Ginting, S., dan Karo-Karo, T. 2015. Pengaruh perlakuan fisik dan lama penyimpanan terhadap mutu minuman ringan nira tebu. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 3(3) : 343-353.
- Irundu, D., Khoiriyah, M., dan Ritabulan, R. 2022. Efektivitas pembuatan gula semut menggunakan metode konvensional dan modern. *Jurnal Penelitian Kehutanan Bonita*. 4(1) : 30-37.
- Iskandar, A., dan Darusalam, L. Y. 2020. Karakteristik nira kelapa fermentasi dengan metoda fermentasi moromi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 30(2) : 244-255.
- Ismuhadi, I. 2023. Uji Pertumbuhan dan hasil sorgum (*Sorghum bicolor* L) *Moench*) di lahan konversi kelapa sawit dengan pemberian palm oil mill effluent (POME) dan pupuk KCl. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian (JIMTANI)*. 3(5) : 571-583.
- Joseph, G. H., dan Layuk, P. 2012. Pengolahan gula semut dari aren. *Jurnal Buletin Palma*. 13(1): 60-65.
- Klau, H. F., Ngginak, J., dan Nge, T. S. 2019. Kandungan gula reduksi dalam nira Siwalan (*Borassus flabellifer* L) sebelum pemasakan dan setelah proses pemasakan. *Jurnal Biosfe*. 4(1) : 19-24.
- Latupeirissa, D.E., dan Lewerissa, K.B. 2012. β -Karoten, pigmen paling dominan pada kelapa sawit dan manfaatnya bagi kesehatan. *BIOS-Majalah Ilmiah Semipopuler*. 5(2) : 37-40.
- Lawal, O.S., and Adebolawe, K.O. 2005. Physicochemical characteristic and

thermal properties of chemically modified jack bean (*Canavalia ensiformis*) starch. *Carbohydrate Polymer*. 60 : 331-341.

- Litiana, 2018. Pembuatan bioetanol dari nira kelapa sawit menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Buletin Loupe*. 16(1) : 1-7.
- Litana, J., Karo, T. K., 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.
- Listia, E., Pradiko, I., Syarovy, M., Hidayat, F., Ginting, E. N., dan Farrasati, R. 2019. Pengaruh ketinggian tempat terhadap performa fisiologis tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(1), 33-42.
- Lubis, R.E., dan Widanarko A. 2011. Buku pintar kelapa sawit. *PT Agro Media Pustaka*. Jakarta.
- Naknean, P., Meenune, M., and Roudaut, G. 2010. Characterization of palm sap harvested in Songkhla province, Southern Thailand. *International Food Research Journal*. 17(4) : 977-986.
- Natawijaya, D., Suhartono, S., dan Undang, U. 2018. Analisis rendemen nira dan kualitas gula aren (*Arenga pinnata* Merr) di Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Agroforestri Indonesia*. 1(1) : 57-64.
- Noerhartati, E., dan Rahayuningsih, T. 2013. Karakterisasi gula cair batang sorgum (*Sorgum sp.*). *Jurnal Agroteknologi*. 7(02) : 111-119.
- Manatar, J. E., Pontoh, J., dan Runtuwene, M. R. 2012. Analisis kandungan pati dalam batang tanaman aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Ilmiah Sains*. 12(2) : 89-92.
- Mazaya, G., Karseno, K., dan Yanto, T. 2021. Aplikasi pengawet alami larutan kapur dan ekstrak tempurung kelapa terhadap sensoris gula kelapa cetak. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 15(1) :1-14.
- Mi'raj, F., Yesica Marcelina R. S., Kurniawan Y., Sri, W. 2023. Perubahan sifat fisik dan hubungan antar parameter nira aren selama proses pemasakan terbuka. *Jurnal Teknologi Pangan dan Agroindustri*. 17(3) : 189-196.
- 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.

- Mulyakandya, A. 2013. Studi ekstraksi bertingkat minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L) dengan menggunakan mesin pres ulir. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1(2) : 40-47.
- Murniati, D. 2015. Analisa Kadar Gula (Sukrosa) Buah Mangga Berdasarkan Varietasnya [*Doctoral dissertation*]. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Pahan, 2013. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pandin, D.S., dan Matana, Y.R. 2015. Karakteristik tanaman muda plasma nutfah kelapa sawit asal Kamerun. *Buletin Palma*. 16(1) : 8-22.
- Panjaitan, A. M. 2020. Pengaruh bokashi ampas tahu dan npk (nitrogen, fosfor, kalium) 16: 16: 16 terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) di Pembibitan Utama (Main Nursery). [*Doctoral dissertation*]. Universitas Islam Riau. Riau.
- Putri, R., dan Sari, P. 2009. Pembuatan Etanol dari Nira Sorgum Dengan Proses Fermentasi. [Skripsi]. Fakultas Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rahmawati, A. 2023. Keragaman genetik varietas kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*. 5(01) : 35-40.
- Ridwansyah. 2006. Pemanfaatan Pati Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Dekstrin. Program Pasca Sarjana, [*Tesis*]. Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ridwansyah, M., Sunarti, T. C., dan Fauzi, A. M. 2007. Karakteristik sifat fisiko-kimia pati kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 17(1) : 1-6.
- Rismawati, Y., Bahri, S., dan Prismawiryanti, P. 2016. Produksi glukosa dari jerami padi (*Oryza sativa*) menggunakan jamur *Trichoderma sp.* kovalen: *Jurnal Riset Kimia*. 2(2) : 67-76.
- Riski, W. F. 2021. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap fisiologi dan produksi kelapa sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*. 26(3) : 142-153.

- Rizal, A. 2022. Identifikasi gulma pada tanaman kelapa sawit menghasilkan setelah aplikasi kompos dan tandan kosong di PT. bangun tata lampung asri (Sungai Budi Group). *Jurnal Pengelolaan Perkebunan (JPP)*. 2(1) : 30-37.
- Rohmaningsih, N. 2008. Pengaruh Cara Pengeringan Terhadap Kadar Gula Reduksi Pada Sale Pisang (Sebagai Alternatif Sumber Belajar Kimia di SMA/MA Kelas XII Semester 2 Materi Pokok Makromolekul) [*Doctoral dissertation*] UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Ronald,. 2020. Manajemen Panen Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) di PT. Bumi Madu Mandiri Tulang Bawang Dan Tulang Bawang Barat. [*Skripsi*]. Universitas Lampung.
- Rozalia, R., Rahayuningsih, M., dan Yani, M. 2024. Peningkatan kualitas nira sorgum manis (*Sorghum bicolor* L) dan potensinya sebagai substrat fermentasi asam glutama. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 18(1) : 232-238.
- Sardjono, E. A., Basrah, and Oyok, S. 1987. Penelitian pengemasan gula merah cetak. *Journal of Agro-based Industry*. 4(1) : 13-16.
- Sari, A. R., Martono, Y., dan Rondonuwu, F. S. 2020. Identifikasi kualitas beras putih (*Oryza sativa* L) berdasarkan kandungan amilosa dan amilopektin di pasar tradisional dan “Selepan” Kota Salatiga. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*. 12(1) : 24-30.
- Sari, W.E., Muslimin, Franz, A. and Sugiartawan, P. 2022. Deteksi tingkat kematangan tandan buah segar kelapa sawit dengan algoritme K-Means. *Science and Information Technology Journal*. 5(2) : 154-164.
- 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.
- Setiamy, A. A., Ardiani, W., dan Rambe, R. F. 2020. Pendampingan terpadu bisnis gula merah pada ibu rumah tangga di Desa Damak Maliho. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 26(1) : 22.
- Singh, R., Low, E. T. L., Ooi, L. C. L., Ong-Abdullah, M., Nookiah, R., Ting, N. C., and Sambanthamurthi, R. 2014. The oil palm *virescens* genecontrols

fruit colour and encodes a R2R3-MYB. *Nature communications*. 5(1) : 4106.

- Sirait, P. M. T., Sabrina T., 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 : 67-74.
- Siregar, H.A., Yenni, Y., Setiowati, R.D., Supena, N., Suprianto, E. and Purba, A.R. 2020. Cameroon virescens oil palm (*Elaeis guineensis*) from IOPRI's germplasm. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*. 42(2) : 283-294.
- Siswoko, E., Mulyad A., Thamrin, dan Bahrudin. 2017. Pendugaan kandungan karbon limbah batang pohon kelapa sawit peremajaan kebun di Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu Lingk*. 11 : 154-163.
- Siti, N. 2023. Pengaruh konsentrasi gelatin dan karagenan terhadap karakteristik permen jelly nira sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) [Doctoral dissertation] Fakultas Teknik Unpas. Jawa Barat.
- Sonya, N. T., dan Lydia, S. H. R. 2021. Analisis kandungan gula reduksi pada gula semut dari nira aren yang dipengaruhi pH dan kadar air. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 101-108.
- Suwandi, T. 1993. Karakteristik Nira Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) yang Disadap melalui Bunga Jantan dan Pohon Tumbang. IPB-Press, Bogor.
- Sunarko, I. 2014. *Budi Daya Kelapa Sawit Di Berbagai Jenis Lahan*. AgroMedia.
- Suwarto. 2014. Top 15 Tanaman Perkebunan. Halaman 136. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Syamsul, S., Arifin, A., dan Sadat, M. A. 2018. Persepsi konsumen terhadap produk gula sorgum (Studi Kasus: di Kecamatan Lau, Kabupaten Maros). *Jurnal Agribisnis*. 6(2) : 49-60.
- Tay, P.W., H'ng P.S., Chin, K.L., Wong, L.J. and Luqman, A.C. 2013. Effect of steeping variables and substrate mesh size on starch yield extracted from oil palm trunk. *Industrial Crops and Products*. 44: 240-245.
- Titabano, H. M., Pattinama, M. J., dan Thenu, S. F. 2017. Peran pengelolaan sumberdaya alam tanaman aren (*sageru*) terhadap pendapatan masyarakat di Negeri Murnaten kecamatan Taniwel kabupaten seram bagian Barat. Agrilan : *Jurnal Agribisnis Kepulauan*. 5(1) : 25.

- Tulalo, M. A., dan Mawardi, S. 2018. Potensi produksi nira dan gula tiga aksesori kelapa genjah. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri (Littri)*. 24(2) : 87-92.
- Toharisman, A., dan Santoso, H. 1998. Fermentasi nira sorgum manis menjadi etanol (alcoholic fermentation of sweet sorghum juice). *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*. 8(1-2) : 42-45.
- Wening, O. P., dan Kuswurjanto, R. 2023. Karakteristik dan performa nira tebu berdasarkan perbedaan varietas dan waktu umur tebang di kebun percobaan P3GI pasuruan. *Indonesian Sugar Research Journal*. 3(2) : 72-85.
- Widyarningsih, F., Irwanto, R., dan Panjaitan, D. B. 2023. Karakterisasi nira kelapa sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) hasil pengolahan limbah berbasis zero waste. *Jurnal Kesmas Dan Gizi (Jkg)*. 5(2) : 195-202.
- Widyastuti, R. 2019. Identifikasi dan Potensi Cendawan Indigenous untuk Pelapukan Batang Kelapa Sawit di Bogor, Indonesia. *Indonesian Journal of Agronomy*. 47(3) : 312-317.
- Yamada, H., Tanaka, R., Sulaiman, O., Hashim, R., Hamid, Z. A. A., Yahya, M. K. A., and Mori, Y. 2010. Old oil palm trunk: A promising source of sugars for bioethanol production. *Biomass and Bioenergy*. 34(11), 1608-1613.
- Yuansah, S. C. 2020. Optimalisasi Proses Likuifikasi dan Sakarifikasi Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L) Pada Produksi Gula Cair Fungsional Menggunakan Kombinasi Enzim Xilanase dan Manannase [*Doctoral dissertation*]. Universitas Hasanuddin
- Yunita, Y., 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.