

**ANALISIS PENGARUH SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN
TERHADAP KUALITAS (*CRUDE PALM OIL*) CPO DI (*OIL
STORAGE TANK*) OST PADA PABRIK PKS PTPN IV
ADOLINA**

SKRIPSI

Oleh :

**DIKI WAHYUDI
NPM : 2004310029
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

ANALISIS PENGARUH SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN
TERHADAP KUALITAS (*CRUDE PALM OIL*) CPO DI (*OIL
STORAGE TANK*) OST PADA PABRIK PKS PTPN IV
ADOLINA

SKRIPSI

Oleh :

DIKI WAHYUDI
NPM : 2004310029
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Studi Strata 1 (S1)
pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing



Bunga Raya Ketaren, S.P., M.Sc., Ph.D
Ketua

Disahkan Oleh:



Assoc. Prof. Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si

Tanggal Lulus : 6 Agustus 2025

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : Diki Wahyudi

NPM : 2004310029

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Analisis Pengaruh Suhu Dan Lama penyimpanan Terhadap Kualitas (Crude Palm Oil) CPO Di (*Oil Storage Tank*) OST Pada Pabrik PKS PTPN IV Adolina berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari diri saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, Mei 2025

menyatakan



Diki Wahyudi

RINGKASAN

Indonesia merupakan salah satu produsen utama minyak kelapa sawit dunia, didukung oleh iklim tropis yang ideal bagi pertumbuhan *Elaeis guineensis* Jacq. Produk utama yang dihasilkan adalah *Crude Palm Oil* (CPO), yang dimanfaatkan dalam berbagai sektor seperti pangan, kosmetik, biodiesel, dan pakan ternak. Mutu CPO sangat dipengaruhi oleh kadar asam lemak bebas (ALB), air, kotoran, dan bilangan DOBI. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap kualitas CPO selama penyimpanan di Oil Storage Tank (OST) pada Pabrik PKS PTPN IV Adolina. Penelitian dilaksanakan pada Juli 2024 menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu suhu penyimpanan (45°C, 50°C, 55°C, 60°C) dan waktu penyimpanan (0, 1, 2, dan 3 jam), masing-masing dengan 3 ulangan. Parameter yang diamati meliputi ALB, kadar air, kadar kotoran, dan DOBI. Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu dan waktu penyimpanan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap seluruh parameter mutu CPO. Interaksi antara suhu dan waktu juga berpengaruh sangat nyata terhadap ALB dan kadar kotoran. Perlakuan terbaik diperoleh pada suhu 45°C dan waktu 0 jam (S1W1) dengan nilai ALB terendah. Suhu 60°C masih berada dalam batas toleransi mutu sesuai SNI.

Kata kunci: Asam lemak bebas, CPO, DOBI, mutu, penyimpanan dan Suhu

SUMMARY

*Indonesia is one of the world's leading palm oil producers, supported by its tropical climate that is ideal for the growth of *Elaeis guineensis* Jacq. The main product is Crude Palm Oil (CPO), which is widely used in food, cosmetics, biodiesel, and animal feed industries. The quality of CPO is strongly influenced by free fatty acid (FFA) levels, moisture, impurities, and the DOBI value. This study aimed to analyze the effect of heating temperature and storage duration on CPO quality in the Oil Storage Tank (OST) at PTPN IV Adolina Palm Oil Mill. The research was conducted in July 2024 using a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors: storage temperature (45°C, 50°C, 55°C, 60°C) and storage duration (0, 1, 2, and 3 hours), each with 3 replications. Observed parameters included FFA, moisture content, dirt content, and DOBI. Results showed that both temperature and storage duration had a highly significant effect ($p < 0.01$) on all quality parameters. The interaction between temperature and time also significantly affected FFA and dirt content. The best treatment was at 45°C and 0 hours (S1W1), yielding the lowest FFA value. A temperature of 60°C remained within acceptable quality standards.*

Keywords: CPO, DOBI, FFA, quality, storage, and temperature

RIWAYAT HIDUP

Diki Wahyudi, dilahirkan di Sungai Agung pada tanggal 18 maret 2001, anak ke tiga dari lima bersaudara. Bertempat Tinggal Di Jl. RPH Pasar 1 mabar, Kec. Medan Deli, kota medan, Sumatera Utara.

Adapun Pendidikan formal yang pernah di tempu penulis adalah:

1. Tahun 2008, menempuh Pendidikan di SDN 007 Sungai Agung dan lulus pada tahun 2014.
2. Tahun 2014, menempuh Pendidikan di MTsN 3 Kampar dan lulus pada tahun 2017.
3. Tahun 2017, menempuh Pendidikan di SMAS Imelda Medan dan lulus pada tahun 2020.
4. Tahun 2020, memnempuh Pendidikan di universitas Muhammadiyah Sumatera utara, fakultas pertanian, jurusan teknologi hasil pertanian.

Adapun kegiatan dan pengalaman yang pernah penulis ikuti selama menjadi mahasiswa antara lain:

1. Pada tahun 2020, mengikuti pengenalan kehidupan kampus mahasiswa baru (PKKMB) Fakultas Pertanian.
2. Pada tahun 2020, mengikuti Masa Ta'aruf (MASTA) Se-Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Pada tahun 2020, mengikuti Kajian Intensif Al Islam Kemuhammadiyah (KIAM).
4. Pada tahun 2020-2021 Menjabat sebagai anggota bidang organisai di himpunan jurusan (HIMALOGISTA).
5. Pada tahun 2021-2022 Menjabat sebagai sekertaris bidang minat dan bakat di himpunan jurusan (HIMALOGISTA).

6. Menjalankan praktik kerja lapangan (PKL) di PTPN IV Unit Usaha Adolina tahun 2023.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanhu Wata'ala, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini. Sholawat beriring dengan salam penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad Shallahu Alaihi Wassalam karena beliau lah yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang menderang ini. Penulis telah menyelesaikan proposal ini dengan judul “Analisis Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Kualitas (*Crude Palm Oil*) CPO Di (*Oil Storage Tank*) OST Pada Pabrik Pks Ptpn Iv Adolina”. Proposal ini disusun dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Strata 1 (S1) pada program studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Ibu Assoc. Prof. Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Andini Hanif, S.Si., M.Si selaku Sekertaris Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Bunga Raya Ketaren, S.P., M,Sc, Ph.D selaku Ketua Komisi Pembimbing yang selalu mendukung dan memberi arahan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

5. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberi ilmu pengetahuan dan serta nasihat kepada penulis selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua tercinta Samsudin dan Ibunda Rosmawati yang telah memberikan dukungan, doa dan kasih sayang yang tulus yang tiada terbalaskan kepada penulis.
7. Bapak Jealsohn Nico Sinulingga selaku maskep pada pabrik PKS PTPN IV unit usaha Adolina yang telah banyak memberi ilmu pengetahuan dan serta nasihat kepada penulis selama masa penelitian.
8. Teman Yogi Pratama terimakasih telah memberikan bantuan, dukungan, semangat dan doa yang tulus dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman – teman seperjuangan Teknologi Hasil Pertanian Stambuk 2020 yang selama ini memotivasi dan mendukung penulis dalam menyelesaikan proposal ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bertujuan untuk penyempurnaan skripsi ini menjadi lebih baik.

Medan, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii

RIWAYAT HIDUP.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian.....	3
Hipotesis Penelitian.....	4
Kegunaan Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Kelapa Sawit	5
<i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	7
Asam Lemak Bebas (ALB)	10
Kadar Air (MOIST)	12
Kadar Kotoran (DIRT)	13
Oil Storage Tank (OST).....	14
Pengaruh Waktu dan Suhu OST Terhadap Kualitas CPO	16
BAHAN DAN METODE	17
Tempat dan Waktu Penelitian	17
Bahan dan Alat	17
Metode Penelitian.....	17
Metode Analisis Data	18
Pelaksanaan Penelitian	19
Parameter Penelitian.....	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	30
Asam Lemak Bebas	33
Pengaruh Suhu Penyimpanan OST	33
Lama penyimpanan di OST	35
Interaksi antara suhu penyimpanan dan lama penyimpanan .	36
Kadar Air	39

Pengaruh Suhu Penyimpanan OST	39
Lama penyimpanan di OST	40
Interaksi antara suhu penyimpanan dan lama penyimpanan .	41
Kadar Kotoran/ <i>Dirt</i>	42
Pengaruh Suhu Penyimpanan OST	42
Lama penyimpanan di OST	43
Interaksi antara suhu penyimpanan dan lama penyimpanan .	45
Dobi	47
Pengaruh Suhu Penyimpanan OST	47
Lama penyimpanan di OST	48
Interaksi antara suhu penyimpanan dan lama penyimpanan .	50
KESIMPULAN DAN SARAN	51
Kesimpulan	51
Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Syarat mutu Minyak Melapa Sawit Mentah	2
2. Komposisi Asam Lemak Bebas	8
3. Standar Mutu Minyak Sawitt	9
4. Syarat Mutu Minyak Kelapa Sawit Mentah	10
5. Timeline Pelaksanaan Penelitian	19
6. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kualitas CPO	30
7. Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Kualitas CPO	31
8. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas	33
9. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas	35
10. Hasil Uji Beda Rata-rata Interaksi Suhu Penyimpanan dan waktu Pemanasan Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas	36
11. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Air	39
12. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Air	40
13. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Kotoran	42
14. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Kotoran	43
15. Hasil Uji Beda Rata-rata Interaksi Suhu Penyimpanan dan waktu Pemanasan Terhadap Parameter Kadar Kotoran	45
16. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter DOBI	47
17. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter DOBI	48

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Diagram Alir Analisis Dobi.....	25
2.	Diagram Alir Analisis ALB.....	26
3.	Diagram Alir Analisis Kadar Air.....	27
4.	Diagram Alir Analisis Kadar Kotoran.....	29
5.	Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Asam Lemak Bebas	34
6.	Pengaruh Waktu Pemansan Terhadap Asam Lemak Bebas	35
7.	Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Suhu Penyimpanan dan Lama penyimpanan Terhadap Asam Lemak Bebas	37
8.	Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Air	39
9.	Pengaruh Waktu Pemansan Terhadap Kadar Air	41
10.	Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Kadar Kotoran	42
11.	Pengaruh Waktu Pemansan Terhadap Kadar Kotoran	44
12.	Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Suhu Penyimpanan dan Lama penyimpanan Terhadap Kadar Kotoran	46
13.	Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap DOBI	47
14.	Pengaruh Waktu Pemansan Terhadap DOBI	49

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Tabel Data Rataan Asam Lemak Bebas CPO Produksi.....	59
2. Tabel Data Rataan Kadar Air/Moist CPO Produksi	60
3. Tabel Data Rataan Kadar Kotoran/Dirt CPO Produksi	61
4. Tabel Data Rataan DOBI CPO Produksi	62
5. Surat Izin Penelitian	63
6. Memo Izin Penelitian	64
7. Worksheet Analisis CPO Produksi	65
8. Lokasi Penelitian	66
9. Dokumentasi Penelitian	67

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil terbesar perkebunan minyak kelapa sawit di dunia (Suandi *et al.*, 2016). Luasnya perkebunan minyak kelapa sawit di negara ini sangat dipengaruhi oleh kondisi geografisnya yang mendukung, yakni suhu tropis dan subtropis yang ideal untuk pertumbuhan *Elaeis guineensis* Jacq, jenis pohon penghasil minyak kelapa sawit (Naibaho, 2016). Selain Indonesia, negara-negara di Amerika Selatan, Afrika, dan Asia juga melakukan budidaya minyak kelapa sawit secara luas berkat kondisi iklim yang serupa (Soraya, 2013). Minyak kelapa sawit, atau *Crude Palm Oil* (CPO), merupakan produk utama dari pengolahan minyak kelapa sawit dan memiliki berbagai aplikasi penting dalam sektor makanan, kosmetik, tekstil, biodiesel, dan pakan ternak (Syafrianti *et al.*, 2021).

Salah satu aspek krusial dalam rantai pasok CPO adalah proses penyimpanan di dalam oil storage tank (Siregar dan Hutabarat, 2020). Penyimpanan berfungsi sebagai tahap penampungan sementara sebelum CPO didistribusikan atau diolah lebih lanjut. Selama proses ini, kualitas CPO sangat bergantung pada kondisi lingkungan di dalam tangki penyimpanan, terutama suhu dan lama waktu penyimpanan (Nasution dan Manurung, 2022). Jika tidak dikendalikan secara tepat, parameter ini dapat memengaruhi stabilitas kimiawi CPO dan memicu degradasi mutu.

Suhu penyimpanan memainkan peran penting karena berfungsi menjaga CPO dalam bentuk cair agar mudah dipindahkan dan tidak mengeras. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat proses oksidasi dan hidrolisis,

sehingga menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebas (Free Fatty Acid/FFA), perubahan warna, serta penurunan bilangan iod dan kualitas sensorik (purba dan sitorus, 2019). Di sisi lain, suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan penggumpalan, menyulitkan dalam proses pengangkutan, serta berpotensi merusak struktur tangki akibat fluktuasi termal (Gunawan dan Widjaja, 2018).

Selain suhu, durasi penyimpanan juga memiliki pengaruh langsung terhadap kestabilan mutu CPO. Semakin lama CPO disimpan, semakin besar peluang terjadinya kerusakan kimia dan mikrobiologis, terutama jika tidak diimbangi dengan sistem pemantauan yang baik (Tarigan dan Panggabean, 2021). Lama penyimpanan yang tidak terkontrol dapat menyebabkan penumpukan kotoran, degradasi senyawa aktif, serta mempengaruhi warna dan aroma CPO yang menjadi indikator kualitasnya. Oleh karena itu, pengelolaan waktu simpan yang efisien menjadi hal yang krusial (Nurhayati dan Fatimah, 2020). standar mutu CPO berdasarkan SNI 01-2901 tahun 2006 seperti pada Tabel 1 (Badan Standardisasi Nasional, 2006).

Tabel 1. Syarat mutu minyak kelapa sawit mentah (BSN, 2006).

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Mutu
Warna	-	Jingga Kemerah-merahan
Asam lemak bebas (ALB)	% Fraksi Massa	Maks 5
Kadar Air (Kadar Air)	% Fraksi Massa	Maks 0.5
Kadar Kotoran (Kadar Kotoran)	% Fraksi Massa	Maks 0.5
Bilangan Yodium	G yodium /100 g	50-55

Kualitas CPO dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk sifat pohon kelapa sawit itu sendiri, cara penanganan pasca panen seperti pengangkutan dan penyimpanan buah kelapa sawit, serta ketepatan proses pengolahan buah kelapa sawit menjadi CPO (Buntara, 2010; Hikmawan *et al.*, 2019). Selain itu, proses penyimpanan CPO setelah dimurnikan juga turut memengaruhi kualitasnya (Ciofalo *et al.*, 1996; Renjani *et al.*, 2020).

Untuk menjawab tantangan tersebut, pendekatan berbasis simulasi menjadi alternatif yang efektif dalam memprediksi dan menganalisis pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap kualitas CPO (Rahayu dan Sukartiko, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap kualitas CPO di oil storage tank dengan pendekatan simulasi. Fokus utama adalah memahami sejauh mana perubahan suhu dan waktu simpan mempengaruhi indikator mutu seperti FFA, warna, dan kestabilan fisik CPO. Hasil studi ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi industri kelapa sawit dalam merancang sistem penyimpanan yang efisien, aman, dan sesuai standar mutu nasional (Yuliani dan Hasanah 2023).

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut maka penulis tertarik untuk meneliti dengan judul “Analisis Pengaruh Suhu Dan Lama penyimpanan Terhadap Kualitas CPO Di *Oil Storage Tank* (Ost) Pada Pabrik Pks PTPN IV Adolina”.

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengevaluasi pengaruh waktu dan suhu terhadap kualitas CPO yang di hasilkan pada OST Pada Pabrik Pks PTPN IV Adolina.

2. Menganalisis kualitas CPO yang dihasilkan seperti ALB, Kadar Air, Kadar Kotoran, dan Dobi yang ditimbun pada OST Pada Pabrik Pks PTPN IV Adolina.

Hipotesis Penelitian

1. Adanya pengaruh suhu penyimpanan terhadap kualitas CPO di OST pada Pabrik PKS PTPN IV Adolina.
2. Adanya pengaruh waktu penyimpanan terhadap kualitas CPO di OST pada Pabrik PKS PTPN IV Adolina.
3. Adanya pengaruh Interaksi antara suhu penyimpan dengan waktu penyimpanan terhadap kualitas CPO di OST pada Pabrik PKS PTPN IV Adolina.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi Strata Satu (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Peningkatan Kualitas: Penelitian membantu pabrik meningkatkan kualitas CPO dengan mengidentifikasi pengaruh suhu dan waktu penyimpanan, mengurangi kadar ALB, dan meningkatkan stabilitas warna.
3. Pengelolaan Proses Produksi: Informasi tentang dampak suhu dan waktu penyimpanan dapat membantu pabrik menerapkan prosedur penyimpanan yang lebih efektif dan mengurangi kerugian akibat CPO berkualitas rendah.
4. Kontribusi terhadap Pengetahuan: Menambah pemahaman tentang pengaruh suhu dan waktu terhadap kualitas CPO dan memperkaya literatur ilmiah di bidang pengolahan minyak kelapa sawit.

5. Pengurangan Limbah: Meningkatkan kualitas CPO dan mengurangi cacat produk, sehingga mengurangi limbah dan dampak lingkungan terkait.

TINJAUAN PUSTAKA

Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar. Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah penghasil minyak kelapa sawit terbesar didunia. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, pantai timur Sumatra, Jawa, dan Sulawesi (Ayu dkk, 2010).

Bagian yang paling populer untuk diolah dari kelapa sawit adalah buahnya. Bagian daging buah menghasilkan minyak kelapa sawit mentah yang diolah menjadi bahan baku minyak goreng dan berbagai jenis turunannya. Kelebihan minyak nabati dari sawit adalah harga yang murah, rendah kolesterol, dan memiliki kandungan karoten tinggi. Minyak sawit juga diolah menjadi bahan baku margarin. Minyak inti menjadi bahan baku minyak alkohol dan industri kosmetika (Intan, 2012).

Minyak kelapa sawit dapat dihasilkan dari inti kelapa sawit yang dinamakan minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*) dan sebagai hasil samping adalah bungkil inti kelapa sawit (*palm kernel meal* atau *pellet*). Bungkil inti kelapa sawit adalah inti kelapa sawit yang telah mengalami proses ekstraksi dan pengeringan, sedangkan pellet adalah bubuk yang telah dicetak kecil-kecil berbentuk bulat panjang dengan diameter lebih kurang 8 mm. selain itu bungkil kelapa sawit dapat digunakan sebagai makanan ternak. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu minyak sawit adalah air dan kotoran, asam lemak bebas,

bilangan peroksida dan daya pemucatan. Faktor-faktor lain adalah titik cair, kandungan gliserida padat, *refining loss*, *plasticity* dan *spreadability*, sifat transparan, kandungan logam berat dan bilangan penyabunan. Semua faktor ini perlu dianalisis untuk mengetahui mutu minyak inti kelapa sawit (Farida, 2018).

Produk minyak kelapa sawit sebagai bahan makanan mempunyai dua aspek kualitas. Aspek pertama berhubungan dengan kadar dan kualitas asam lemak, kelembaban dan kadar kotoran. Aspek kedua berhubungan dengan rasa, aroma dan kejernihan serta kemurnian produk. Kelapa sawit bermutu prima (SQ, *Special Quality*) mengandung asam lemak (ALB, *Free Fatty Acid*) tidak lebih dari 2% pada saat pengapalan. Kualitas standar minyak kelapa sawit mengandung tidak lebih dari 5% ALB. Setelah pengolahan, kelapa sawit bermutu akan menghasilkan rendemen minyak 22,1% - 22,2% (tertinggi) dan kadar asam lemak bebas 1,7% - 2,1% (terendah) (Putra, 2018).

Crude Palm Oil (CPO)

Minyak nabati merupakan produk utama yang bisa dihasilkan dari kelapa sawit. Minyak nabati yang dihasilkan dari pengolahan buah kelapa sawit berupa minyak sawit mentah (CPO atau *Crude Palm Oil*) yang berwarna kuning dan minyak inti sawit (PKO atau *Palm Kernel Oil*) yang tidak berwarna/jernih. CPO atau PKO banyak digunakan sebagai bahan industri sabun (bahan penghasil busa), industri baja (bahan pelumas), industri tekstil, kosmetik, dan sebagai bahan bakar alternatif (biodiesel) (Ketaren, 2008). Minyak inti sawit lebih padat dan mampu dihidrogenasi lebih cepat daripada minyak kelapa. Sehingga ini membuat minyak inti sawit banyak digunakan untuk bahan baku khususnya pemanis mentega dan

kosmetik dimana bahan tersebut memiliki beberapa sifat yang berbeda dari minyak kelapa (Soroya,2013).

CPO memiliki komposisi asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Kebutuhan mutu minyak kelapa sawit yang digunakan sebagai bahan baku industri pangan dan nonpangan masing- masing berbeda. Oleh karena itu keaslian, kemurnian, kesegaran, cemaran maupun aspek higienisnya harus lebih diperhatikan. Rendahnya mutu minyak kelapa sawit sangat ditentukan oleh banyak faktor. Komposisi asam lemak CPO dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2 Komposisi Asam Lemak *Crude Palm Oil* (CPO)

Asam Lemak	Jumlah Atom C	Minyak Sawit (%)	Minyak Inti Sawit (%)
Oktanoat	8	-	2-4
Dekanoat	10	-	3-7
Laurat	12	1	41-55
Miristat	14	1-2	14-19
Palmitat	16	32-4	6-10
Stearat	18	74-10	1-4
Oleat	18	38-50	10-20
Linoleat	18	5-14	1-5
Linolenat	18	1	1-5

Sumber : Fauziet, al. 2012

Minyak sawit memegang peranan penting dalam perdagangan dunia. Oleh karena itu, syarat mutu harus menjadi perhatian utama dalam perdagangannya. Istilah mutu sawit dapat dibedakan menjadi dua arti yang sangat penting yaitu benar-benar murni dan tidak bercampur dengan minyak nabati lain. Mutu minyak sawit tersebut dapat ditentukan dengan menilai sifatsifat fisiknya, yaitu dengan mengukur nilai titik lebur angka penyabunan dan bilangan iodium. Pengertian mutu sawit berdasarkan ukuran. Dalam hal ini syarat mutu yang diukur berdasarkan spesifikasi standart mutu Internasional yang meliputi kadar ALB, air,

kotoran, logam tembaga, peroksida dan ukuran pemucatan. Kebutuhan minyak sawit yang digunakan sebagai bahan baku industri pangan dan non pangan masing-masing berbeda. Oleh karena itu keaslian, kemurnian, kesegaran, maupun higienisnya yang harus diperhatikan. Rendahnya mutu minyak sawit sangat ditentukan oleh banyak faktor. Faktor-faktor tersebut dapat langsung dari sifat pohon induknya, penangananannya pasca panen, atau kesalahan selama pemrosesan. Selain ada beberapa faktor yang secara langsung berkaitan dengan mutu minyak sawit (Fauzi *et al.* 2012).

Standar mutu minyak sawit, norma/ ketentuan mutu pabrik kelapa sawit dan syarat mutu minyak kelapa sawit mentah (CPO) SNI Nomor 01-2901-2006 tercantum pada Tabel 2.5 dan Tabel 2.6, sebagai berikut :

Tabel 3 Standar Mutu Minyak Sawit

Karakteristik	Minyak Sawit	Keterangan
Asam Lemak Bebas	5,0 %	Maks
Kadar kotoran	0,5 %	Maks
Kadar Zat Menguap	0,5 %	Maks
Bilangan Peroksida	6 meq	Maks
Bilangan Iodine	44-58 mg/g	-
Kadar Logam (Fe,Cu)	10 ppm	-
Lovibond	3R-4Y	-
Kadar Minyak	-	Min
Kontaminasi	-	Maks

Sumber : Mangoensoekarjo, 2003

Tabel 4 Syarat Mutu Minyak Kelapa Sawit Mentah (CPO)

Kriteria Uji	Satuan	Syarat Mutu
Warna	-	Jingga Kemerahan
Kadar Air dan Kotoran	% Fraksi Massa	0,5 Maks
Asam Lemak Bebas	% Fraksi Massa	5 Maks
Bilangan Yodium	G Yodium/ 100 g	50-55

Sumber : SNI Nomor 01-2901-2006

Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas adalah asam lemak yang berada sebagai asam bebas tidak terikat sebagai trigliserida. Kandungan asam lemak bebas pada minyak sawit adalah salah satu penentu utama mutu minyak sawit yang diperdagangkan. Pada waktu buah sawit masih di pohon, enzim ini berperan dalam pembentukan minyak tetapi setelah buah sawit tersebut dipanen enzim ini akan memecah/ merombak minyak/lemak yang dikandungnya, perombakan ini disebut reaksi hidrolisa. Buah kelapa sawit yang struktur selnya rusak/ memar mengandung enzim lipase yang paling aktif (Vincent, 2016). Kandungan asam lemak bebas pada buah segar adalah rendah, yaitu 0,1%, tetapi bila buah memar dan remuk maka asam lemak bebas akan meningkat cepat dalam beberapa jam saja. Asam lemak bebas dalam konsentrasi tinggi yang terikut dalam minyak sawit sangat merugikan. Tingginya asam lemak bebas ini mengakibatkan rendemen minyak turun. Untuk itulah perlu dilakukan usaha pencegahan terbentuknya asam lemak bebas dalam minyak sawit. Kenaikan asam lemak bebas ditentukan mulai dari tandan dipanen sampai tandan diolah di pabrik. Kenaikan asam lemak bebas ini disebabkan adanya reaksi hidrolisa pada minyak. Hasil reaksi hidrolisa minyak sawit adalah gliserol dan asam lemak bebas (Vincent, 2016).

1. Pemanenan buah sawit yang tidak tepat waktu.

Penentuan saat panen sangat mempengaruhi kandungan asam lemak bebas minyak sawit yang dihasilkan. Apabila pemanenan buah dilakukan dalam keadaan lewat matang, maka minyak yang dihasilkan mengandung asam lemak bebas dalam persentase tinggi (lebih dari 5%). Sebaliknya, jika pemanenan dilakukan

dalam keadaan buah belum matang, maka selain kadar asam lemak bebasnya rendah, rendemen minyak yang diperolehnya juga rendah

2. Keterlambatan dalam pengumpulan dan pengangkutan buah.

Pencegahan kerusakan buah sawit dengan sistem yang dianggap cukup efektif adalah dengan memasukkan TBS langsung ke dalam keranjang rebusan buah. Hal ini akan lebih mengefisienkan waktu yang digunakan untuk pembongkaran, pemuatan, atau penumpukan yang terlalu lama. Sehingga, pembentukan asam lemak bebas buah dapat dikurangi.

3. Penumpukan buah yang terlalu lama.

Pencegahan kerusakan buah sawit dengan sistem yang dianggap cukup efektif adalah dengan memasukkan TBS langsung ke dalam keranjang rebusan buah. Hal ini akan lebih mengefisienkan waktu yang digunakan untuk pembongkaran, pemuatan, atau penumpukan yang terlalu lama. Sehingga, pembentukan asam lemak bebas buah dapat dikurangi (Mangoensoekarjo, 2003).

4. Proses hidrolisa selama pemrosesan di pabrik.

Peningkatan kadar asam lemak bebas juga dapat terjadi pada proses hidrolisa di pabrik. Pada proses ini terjadi penguraian kimiawi yang dibantu oleh air dan berlangsung pada kondisi suhu tertentu. Air panas dan uap air pada suhu tertentu merupakan bahan pembantu dalam proses pengolahan. Akan tetapi, proses pengolahan yang kurang cermat mengakibatkan efek samping yang tidak diinginkan, mutu minyak menurun sebab air pada kondisi tertentu bukan membantu proses pengolahan tetapi malah menurunkan mutu minyak dengan meningkatnya kadar asam lemak bebas pada minyak sawit. Untuk itu, setelah

akhir proses pengolahan minyak sawit dilakukan pengeringan dengan bejana hampa pada suhu 90°C.

Kadar Air (MOIST) CPO

Minyak kelapa sawit mentah CPO merupakan salah satu komoditas penting dalam industri minyak nabati dunia. Kualitas CPO sangat dipengaruhi oleh kadar air yang terdapat di dalamnya. Kadar air yang tinggi dalam CPO dapat mempercepat proses hidrolisis dan oksidasi, yang pada akhirnya menghasilkan ALB dan menurunkan kualitas minyak melalui ketengikan dan perubahan warna. Selain itu, kadar air yang tinggi juga dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, yang berpotensi merusak minyak dan menyebabkan kontaminasi (Sundram, *et al.*, 2003).

Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar air dalam CPO meliputi proses ekstraksi, kondisi penyimpanan, pengangkutan, dan kondisi lingkungan. Metode dan kondisi ekstraksi seperti suhu, tekanan, dan durasi ekstraksi memiliki dampak signifikan terhadap kadar air. Kondisi penyimpanan, termasuk suhu, kelembaban, dan wadah penyimpanan, serta kontaminasi air selama pengangkutan juga mempengaruhi kadar air dalam CPO. Di daerah dengan kelembaban tinggi, kadar air dalam CPO cenderung lebih tinggi (O'Brien, 2009).

Untuk mengukur kadar air dalam CPO, terdapat beberapa metode yang umum digunakan, seperti metode gravimetri, Karl Fischer titration, near-infrared spectroscopy (NIR), dan metode kapasitansi. Metode gravimetri melibatkan pengeringan sampel minyak hingga mencapai berat konstan, sementara Karl Fischer titration menggunakan reagen khusus untuk mengukur kandungan air dengan presisi tinggi. Near-infrared spectroscopy (NIR) adalah metode non-

destruktif yang cepat dan efisien, sedangkan metode kapasitansi menggunakan perubahan kapasitansi listrik untuk mengukur kadar air dengan cepat (Gunstone, 2011).

Kadar Kotoran (DIRT) CPO

Minyak kelapa sawit mentah CPO adalah salah satu minyak nabati yang paling banyak digunakan di dunia, namun kualitasnya dapat dipengaruhi oleh berbagai kontaminan, salah satunya adalah kadar kotoran. Kadar kotoran dalam CPO biasanya terdiri dari partikel padat seperti serat, cangkang, dan residu lainnya yang dapat masuk selama proses ekstraksi dan pengolahan. Keberadaan kotoran ini dapat mempengaruhi kualitas dan stabilitas CPO, serta efisiensi proses pemurnian selanjutnya. Kotoran dalam CPO dapat menyebabkan beberapa masalah, seperti peningkatan keausan pada peralatan pemrosesan, mengurangi efisiensi filtrasi, dan menyebabkan masalah selama proses penyimpanan dan pengangkutan karena cenderung menimbulkan sedimen (Syafrianti., 2021).

Proses ekstraksi dan pemurnian sangat menentukan kadar kotoran dalam CPO. Ekstraksi minyak dari buah kelapa sawit melalui pengepresan dan klarifikasi sering kali tidak sempurna, sehingga meninggalkan kotoran dalam minyak. Oleh karena itu, proses klarifikasi yang baik dan penggunaan teknologi filtrasi yang efektif sangat penting untuk mengurangi kadar kotoran. Teknologi modern seperti centrifugation dan penggunaan filter press dapat membantu meminimalkan kadar kotoran dalam CPO (Sundram, *et al.*, 2003).

Kadar kotoran yang tinggi tidak hanya mempengaruhi kualitas CPO, tetapi juga berdampak pada proses pemurnian lanjut seperti *degumming*, *bleaching*, dan *deodorizing*. Kotoran dapat menyebabkan masalah pada unit-unit pemurnian ini,

meningkatkan biaya operasional, dan memperpendek umur peralatan. Oleh karena itu, kontrol yang ketat terhadap kadar kotoran sejak tahap awal produksi sangat diperlukan untuk menjaga kualitas dan efisiensi keseluruhan proses (O'Brien, 2009).

Pengukuran kadar kotoran dalam CPO biasanya dilakukan menggunakan metode gravimetri, di mana sampel minyak disaring melalui kertas saring yang telah ditimbang sebelumnya. Setelah disaring, kertas saring dikeringkan dan ditimbang kembali untuk menentukan berat kotoran yang tersisa. Metode ini sederhana namun efektif untuk menentukan kadar kotoran dalam CPO (Gunstone, 2011).

Oil Storage Tank (OST)

Tangki penyimpanan minyak (OST) memainkan peran penting dalam industri minyak kelapa sawit dan minyak nabati lainnya, baik untuk menyimpan minyak mentah maupun minyak yang telah dimurnikan sebelum distribusi dan pemrosesan lebih lanjut. Desain dan manajemen tangki penyimpanan minyak sangat mempengaruhi kualitas dan stabilitas minyak selama penyimpanan. Tangki penyimpanan minyak biasanya terbuat dari baja karbon atau stainless steel untuk memastikan kekuatan dan ketahanan terhadap korosi. Tangki ini harus dirancang dengan baik untuk mencegah kontaminasi, oksidasi, dan degradasi kualitas minyak selama periode penyimpanan (Srinivasan dan Satyabrata, 2002).

Beberapa faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam desain dan operasi OST meliputi pengendalian suhu, perlindungan terhadap oksidasi, dan pencegahan kontaminasi. Suhu penyimpanan harus dikendalikan dengan hati-hati karena suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat oksidasi dan degradasi

minyak, sementara suhu yang terlalu rendah dapat menyebabkan pengerasan minyak. Penggunaan insulasi dan sistem pemanas yang tepat dapat membantu menjaga suhu penyimpanan yang optimal. Selain itu, tangki harus dilengkapi dengan sistem ventilasi yang baik untuk mencegah akumulasi gas yang dapat menyebabkan oksidasi (Gunstone, 2011).

Kontaminasi merupakan masalah serius dalam penyimpanan minyak. Kontaminan seperti air, partikel padat, dan mikroorganisme dapat masuk ke dalam tangki dan merusak kualitas minyak. Oleh karena itu, desain tangki harus memastikan bahwa tangki tertutup rapat dan dilengkapi dengan sistem filtrasi untuk menghilangkan partikel padat sebelum masuk ke tangki. Penggunaan inert gas seperti nitrogen untuk mengisi ruang kosong di atas minyak dalam tangki juga dapat mengurangi risiko oksidasi (O'Brien, 2009).

Pemeliharaan rutin dan inspeksi tangki penyimpanan minyak sangat penting untuk memastikan tangki tetap dalam kondisi baik dan bebas dari kontaminasi. Inspeksi visual, pengujian non-destruktif, dan pembersihan rutin adalah beberapa langkah penting dalam pemeliharaan tangki. Perawatan yang tepat dapat memperpanjang umur tangki dan memastikan minyak yang disimpan tetap dalam kondisi optimal (Hu *et al.*, 2004).

Pengaruh Waktu dan Suhu OST Terhadap Kualitas CPO

Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kualitas minyak kelapa sawit (CPO) merupakan aspek penting dalam industri minyak nabati. Menurut Mansor *et al.* (2016), suhu penyimpanan yang terlalu tinggi dapat mempercepat proses oksidasi, yang berdampak negatif pada kualitas CPO, terutama pada peningkatan asam lemak bebas. Nurdiana *et al.* (2018) menekankan bahwa kondisi penyimpanan,

termasuk suhu dan waktu, dapat mempengaruhi kontaminasi mikrobiologis serta parameter fisik dan kimia CPO. Dalam ulasan oleh Fakhrudin *et al.* (2020), dinyatakan bahwa variasi suhu dan durasi penyimpanan berkontribusi terhadap perubahan rasa, warna, dan bau CPO, yang merupakan indikator kualitas yang sangat penting. Rahman *et al.* (2021) melakukan studi kasus yang menunjukkan bahwa suhu penyimpanan yang berbeda dapat mempengaruhi karakteristik kualitas CPO, sedangkan Husni *et al.* (2022) meneliti perubahan kualitas CPO seiring berjalannya waktu pada berbagai suhu, dengan penekanan pada perubahan kimia yang dapat mengurangi stabilitas minyak. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai pengaruh suhu dan waktu penyimpanan sangat penting untuk menjaga kualitas CPO dalam proses penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pabrik kelapa sawit PTPN IV Unit Usaha Adolina pada bulan Juli 2024 sampai dengan selesai.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini adalah CPO, Aquades, NAOH, Sampel CPO, Etanol, Larutan Phenolphthalein, Hexane, Asam Sulfat, Larutan Standard DOBI, Kertas Saring, Buffer pH.

Alat Penelitian

Alat yang dipergunakan dalam penelitian diantaranya adalah Vacuum, baskom, timbangan digital, loyang stainless steel, gelas ukur plastik 1000 mL, termometer termokopel (Hyelec), termometer batang, spatula, baking paper, Enlemeyer, oven, pipet tetes, cawan, dan spektrofotometri.

Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor yang diteliti :

Faktor I : Suhu Penyimpanan Pada CPO di OST

S1 = 45°C

S3 = 55 °C

S2 = 50°C

S4 = 60 °C

Faktor II : Lama Waktu Penyimpanan CPO

W1 = 0 Jam

W3 = 2 Jam

W2 = 1 Jam

W4= 3 Jam

Banyaknya kombinasi perlakuan (T_c) adalah $4 \times 4 = 16$, maka jumlah ulangan n adalah sebagai berikut:

$$T_c (n-1) \geq 15$$

$$16 (n-1) \geq 15$$

$$16 n - 16 \geq 15$$

$$16 n \geq 31$$

$$n \geq 31/16$$

$$n \geq 1,9$$

Setiap perlakuan diulang sebanyak 2x sehingga di peroleh 32 unit percobaan. Dengan waktu pada perlakuan sesuai dengan yang telah ditentukan pada setiap faktor.

Metode Analisis Data

Data hasil penelitian akan dianalisis menggunakan Analisis of Varians (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Beda Rataan Menurut Duncan taraf 5%.

Pelaksanaan Penelitian

Tabel 5. Timeline pelaksanaan penelitian

Aktivitas Kegiatan	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3
Pembuatan izin penelitian			
Pembuatan timeline penelitian			
Pengambilan Sample CPO			
Pengelompokan Faktor CPO			
Uji Analisis CPO Setiap Faktor - ALB - DOBI - Kadar Air (Kadar Air) - Kadar Kotoran (Kotoran)			
Analisis Data			
Penarikan Kesimpulan			
Pembuatan Laporan			

Parameter Penelitian

Analisis Dobi (Sitinjak 2022)

1. Sediakan sampel yaitu minyak CPO
2. Timbang sampel sebanyak 0,10 gram menggunakan neraca analitik
3. Masukkan kedalam labu ukur 25 ml
4. Larutkan n-heksana sampai garis batas atas
5. Kemudian dihomogenkan

6. Sediakan 2 buah kuvet, dimana pada kuvet pertama berisi pelarut n-heksana sebagai larutan Blanko dan kuvet kedua berisi sampel yang akan dianalisa.
7. Masukkan kedalam kuvet
8. Nyalakan alat Spektrofotometri Prove 300, kemudian dikalibrasi alat spektrofotometri Prove 300
9. Pada layar, dipilih menu absorbansi
10. Tekan tombol Blank Zero
11. Masukkan kuvet pertama untuk menguji larutan Blanko
12. Ukur serapan pada $\lambda 269$ nm dan $\lambda 446$ nm
13. Keluarkan kuvet
14. Catat hasil absorbansi
15. Ulangi percobaan yang sama pada kuvet kedua yaitu sampel CPO.

Analisis ALB (Rizky Luthfian, dkk 2017)

1. Pengujian ALB dilakukan menggunakan metode titrasi alkalimetri.
2. Metode titrasi alkalimetri merupakan metode analisa yang didasarkan pada reaksi asam basa.
3. Penggunaan indikator PP (Phenolphthalein) memiliki rentan pH yang cenderung basa dan tidak berwarna.
4. Perubahan warna mudah diamati karena menggunakan indikator PP.
5. Sementara menggunakan NaOH untuk titrasi dikarenakan sifat dari NaOH yaitu basa kuat.
6. Cara pengujiannya yaitu dengan pengambilan sampel minyak goreng (olein).

7. Kemudian sampel ditambahkan alkohol dan PP kemudian sampel dipanaskan sampai homogen dan selanjutnya di titrasi dengan NaOH 0,1 N.
8. Titrasi dilakukan sampai terjadi perubahan warna merah muda dalam kurun waktu 30 detik.
9. Kemudian diukur volume NaOH yang digunakan dan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Rumus ALB} = \frac{25,6 \times \text{Volume Titrasi} \times \text{NaOH}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Analisis Kadar Air (Silvi Sukmawati, dkk 2023)

1. Untuk pengujian kadar air, sampel minyak
2. CPO yang diperoleh dari daily tank.
3. Kemudian ditimbang berat kosong petridish dan catat berat cawan kosong (A).
4. Lalu ditimbang sampel sebanyak 5 gr ke dalam petridish dan catat hasilnya (B).
5. Selanjutnya sampel dimasukkan kedalam oven pada suhu 130 °C selama 30 menit.
6. Setelah sampel dioven kemudian didinginkan didalam desikator selama 15 menit.
7. Sampel ditimbang kembali menggunakan neraca analitik (C).
8. Kemudian kadar air dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan :

A = Berat cawan porselin kosong (gr)

B = Berat cawan porselin + sampel sebelum dipanaskan (gr)

C = Berat cawan porselin + sampel setelah dipanaskan (gr)

Analisis Kadar Kotoran (Silvi Sukmawati, *dkk* 2023)

1. Untuk pengujian kadar kotoran diletakkan kertas saring dalam crucible glass
2. Kemudian tempatkan di dalam Gooch crucible adapter dan hubungkan dengan filtering flask.
3. Dipastikan selang dari Vacuum pump tersambung kefiltering flask kemudian vacuum pump dihidupkan.
4. Selanjutnya kertas saring yang ada di dalam crucible glass dicuci dengan pelarut organik.
5. Lalu kertas saring diambil menggunakan pinset dan diletakkan di atas wadah.
6. Kemudian kertas saring dikeringkan dalam oven dengan suhu $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit.
7. Setelah di oven, kertas saring didinginkan ke dalam desicator selama 15 menit
8. Selanjutnya ditimbang dengan neraca analitik (A gram).
9. Sampel CPO dipanaskan dan dikocok kuat hingga homogen,
10. Kemudian ditimbang sebanyak $7 \text{ gr} \pm 0,05 \text{ gr}$ dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer (S gram).
11. Sebanyak 25 mL pelarut organic ditambahkan ke dalam Erlenmeyer.

12. Lalu crucible glass yang berisi kertas saring ditempatkan di atas filtering flask dan mesin Vacuum Pump dihidupkan.
13. Sampel CPO dituang ke bagian tengah kertas saring.
14. Lalu sampel yang tersisa dibilas di dalam Erlenmeyer dan dituang ke crucible glass.
15. Kertas saring lalu dibersihkan dengan menuangkan pelarut organik sampai kertas saring bersih.
16. Setelah itu mesin vacuum pump dimatikan.
17. Kertas saring diambil dengan pinset dan diletakkan dalam wadah.
18. Selanjutnya kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 60 menit.
19. Setelah dioven kertas saring didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang beratnya dengan neraca analitik (C gram).
20. Perhitungan kadar kotoran dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

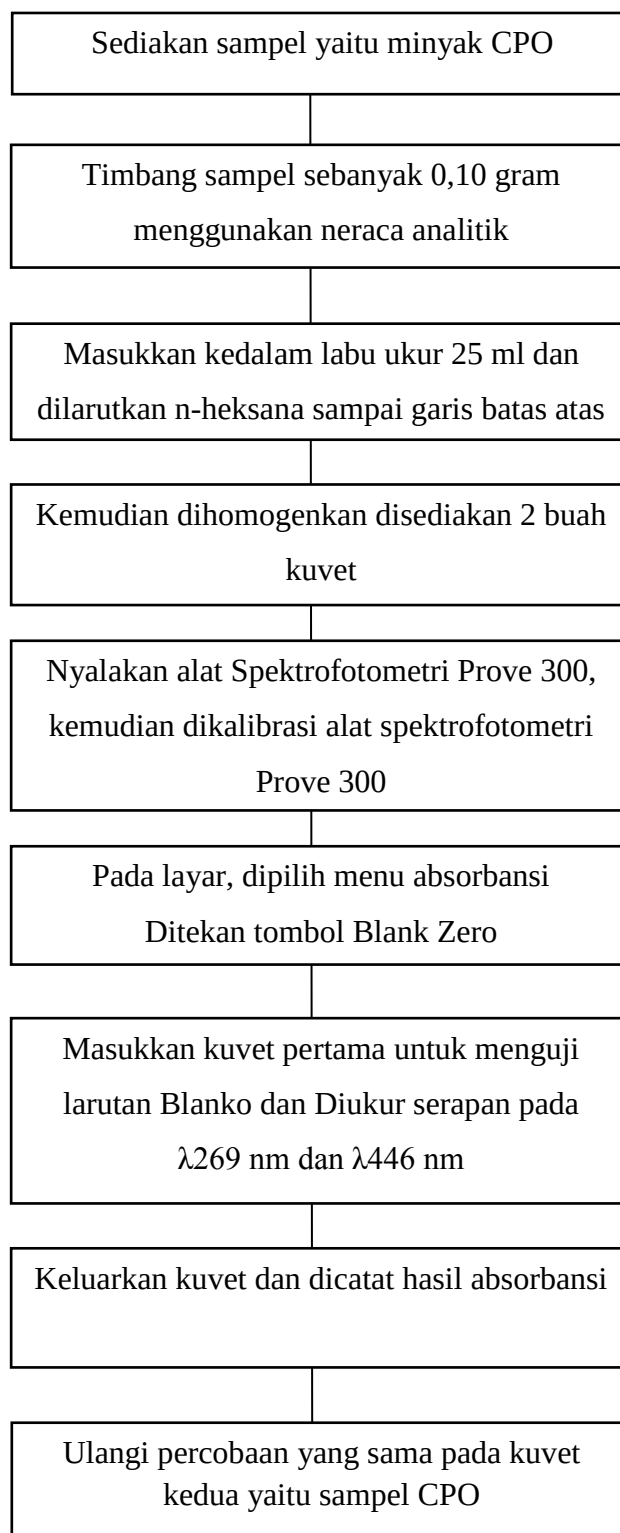
$$21. \text{ Rumus kadar Kotoran (\%)} = \frac{C - A}{S} \times 100\%$$

Keterangan:

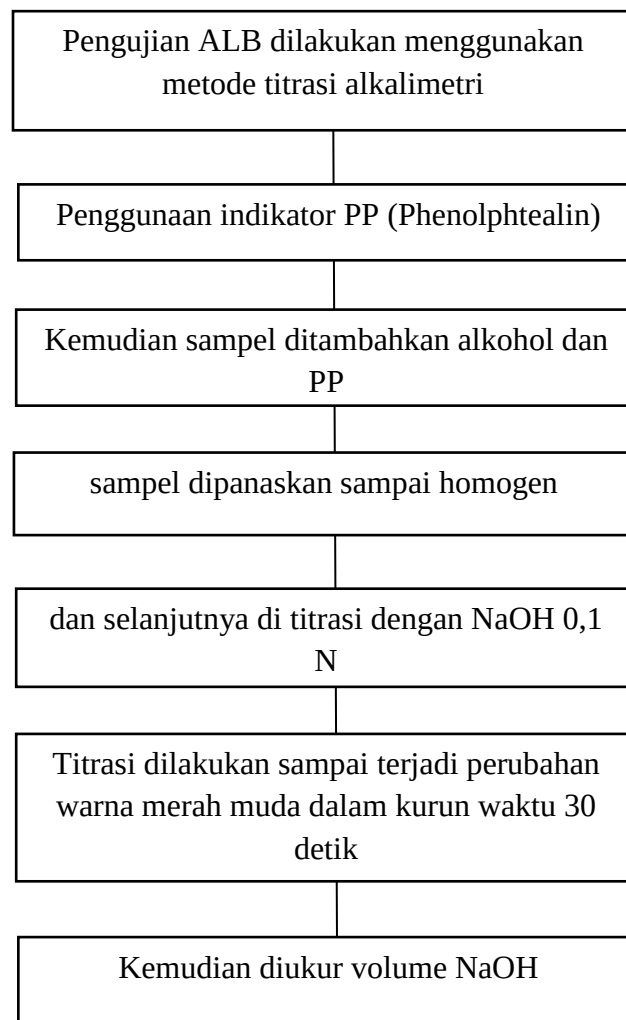
C = Berat kertas saring dan sisa tidak larut (gr)

A = Berat kertas saring (gr)

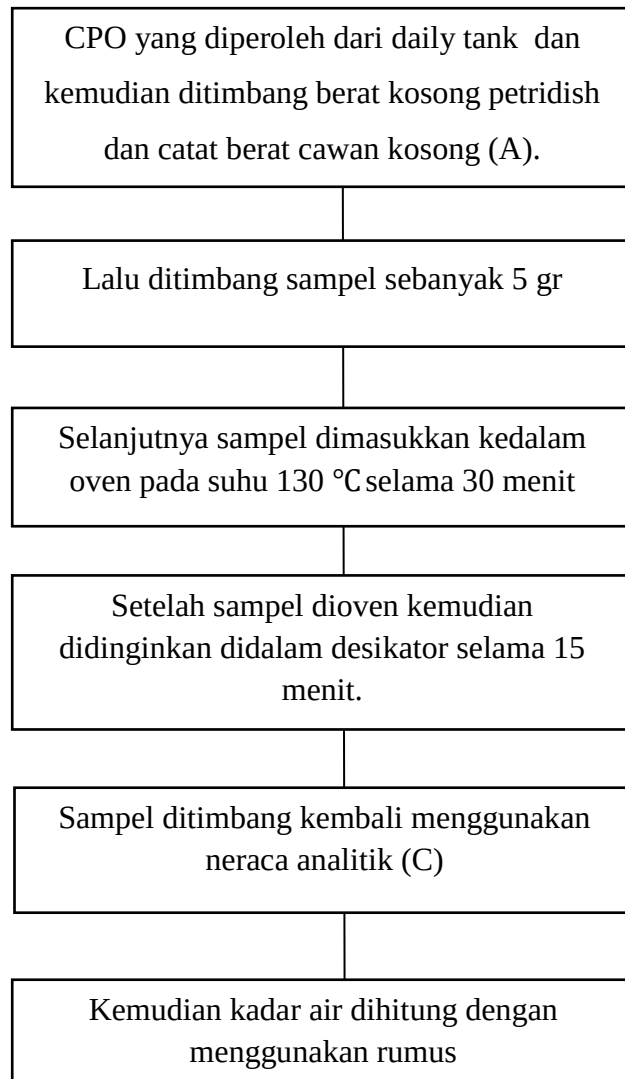
S = Berat sampel CPO (gr)



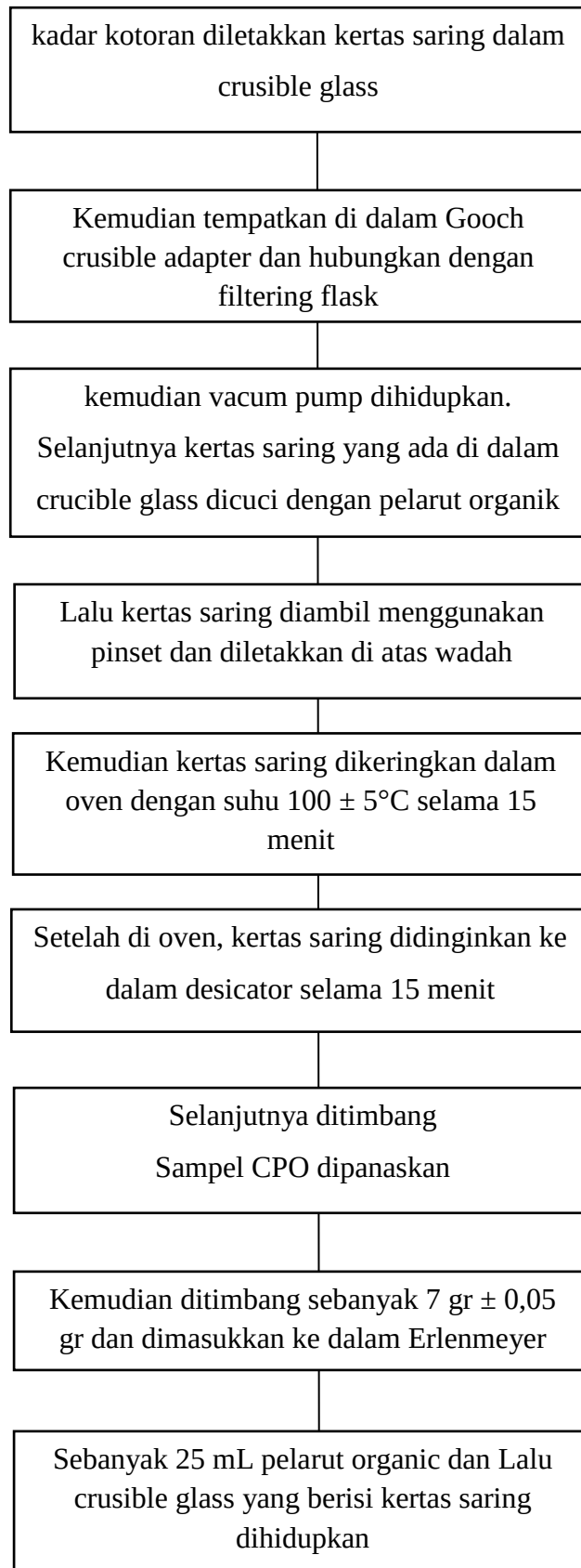
Gambar 1. Diagram Alir Analisis Dobi

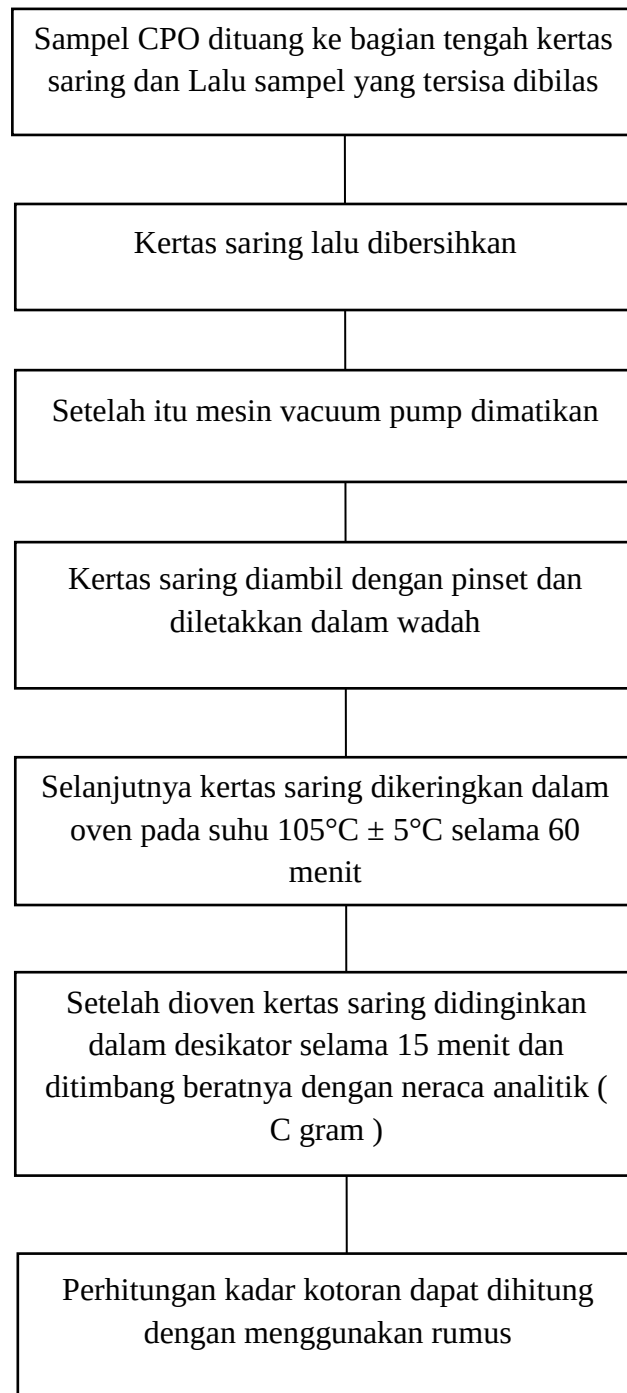


Gambar 2. Diagram Alir Analisis ALB



Gambar 3. Diagram Alir Analisis Kadar Air





Gambar 4. Diagram Alir Analisis Kadar Kotoran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan uji statistik pengaruh suhu penyimpanan pada OST, secara umum menunjukkan bahwa suhu penyimpanan di OST memberikan pengaruh terhadap parameter uji kualitas pada CPO. Data rata-rata hasil pengamatan pengaruh suhu penyimpanan terhadap masing masing parameter dapat di lihat pada tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Suhu Penyimpanan di OST Terhadap Parameter Kualitas CPO

Suhu Penyimpanan	Asam Lemak Bebas (ALB)	Kadar Air/Moist (%)	Kotoran/Dirt	DOBI
S1 = 45°C	4.533 ^d	0,217 ^{cd}	0,075 ^c	2,350 ^a
S2 = 50°C	4,360 ^c	0,212 ^c	0,069 ^b	2,511 ^b
S3 = 55°C	3,914 ^b	0,205 ^b	0,065 ^{ab}	2,603 ^c
S4 = 60°C	3.895 ^a	0,199 ^a	0,062 ^a	2,650 ^d

Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa variasi suhu penyimpanan pada *Oil Settling Tank* (OST) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap seluruh parameter kualitas *Crude Palm Oil* (CPO), yaitu Asam Lemak Bebas (ALB), kadar air (moisture), kadar kotoran (dirt), dan nilai DOBI (Deterioration of Bleachability Index). Secara umum, peningkatan suhu penyimpanan dari 45°C hingga 60°C menunjukkan tren penurunan terhadap nilai ALB, kadar air, dan kadar kotoran, serta peningkatan terhadap nilai DOBI. Perlakuan pada suhu 60°C (S4) menunjukkan hasil terbaik, ditandai dengan nilai ALB terendah sebesar 3,895%, kadar air sebesar 0,199%, dan kadar kotoran sebesar 0,062%, serta nilai DOBI tertinggi sebesar 2,650. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dalam batas tertentu, semakin efektif proses pemisahan air dan kotoran dari minyak, serta semakin stabil kondisi minyak terhadap oksidasi. Nilai DOBI yang meningkat dengan kenaikan suhu menunjukkan peningkatan kestabilan oksidatif minyak sawit. DOBI merupakan indikator penting yang berkaitan erat dengan

kemudahan pemucatan dan kandungan oksidatif dalam minyak. Semakin tinggi nilai DOBI, maka kualitas minyak sawit cenderung lebih baik. Peningkatan nilai DOBI dan penurunan ALB pada suhu tinggi dapat disebabkan oleh aktivitas enzim lipase dan mikroorganisme yang lebih terkendali pada suhu tinggi, yang menghambat proses hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas (Sundram et al., 2003). Hal ini juga diperkuat oleh temuan Samsul Bahri *et al.* (2019) dalam jurnal Jurnal Keteknikan Pertanian, yang menunjukkan bahwa penyimpanan minyak sawit mentah pada suhu di atas 55°C secara signifikan menurunkan kadar air dan kotoran, serta meningkatkan nilai DOBI akibat proses klarifikasi yang lebih efisien. Selain itu, Saragih *et al.* (2017) dalam Jurnal Industri Perkebunan juga mencatat bahwa suhu tinggi membantu mempercepat pemisahan fasa minyak dan non-minyak, yang pada akhirnya meningkatkan mutu minyak sawit secara keseluruhan.

Dari hasil penelitian dan uji statistik pengaruh lama penyimpanan, secara umum menunjukkan bahwa pengaruh lama penyimpanan memberikan pengaruh terhadap parameter uji pada CPO. Data rata-rata hasil pengamatan pengaruh lama penyimpanan terhadap masing masing parameter dapat di lihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh Lama penyimpanan di OST Terhadap Parameter Kualitas CPO

Lama Penyimpanan	Asam Lemak Bebas (ALB)	Kadar Air/Moist (%)	Kotoran/Dirt	DOBI
W1 = 0 Jam	4.115a	0.211c	0.086d	2.513d
W2 = 1 Jam	4.156b	0.209bc	0.062b	2.523c
W3 = 2 Jam	4.196c	0.208b	0.053a	2.534b
W4 = 3 Jam	4.234d	0.206a	0.069c	2.545a

Berdasarkan Tabel 7, terlihat bahwa variasi lama penyimpanan *Crude Palm Oil* (CPO) dalam *Oil Settling Tank* (OST) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap seluruh parameter kualitas yang diamati, yaitu Asam Lemak

Bebas (ALB), kadar air (moisture), kadar kotoran (dirt), dan nilai DOBI (Deterioration of Bleachability Index).

Hasil menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan, nilai ALB cenderung mengalami peningkatan. Nilai ALB terendah tercatat pada perlakuan 0 jam (W1) sebesar 4,115%, sedangkan tertinggi pada 3 jam (W4) sebesar 4,234%. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa semakin lama minyak disimpan dalam OST, kemungkinan terjadi proses hidrolisis lemak yang mengakibatkan pelepasan asam lemak bebas menjadi lebih besar, sejalan dengan paparan oksigen atau aktivitas enzim yang berlangsung selama penyimpanan (Bahri et al., 2019).

Sementara itu, kadar air menunjukkan penurunan seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Kadar air tertinggi terdapat pada W1 (0,211%) dan terendah pada W4 (0,206%). Hal ini mengindikasikan bahwa proses pemisahan air selama waktu tinggal di OST berlangsung efektif. Demikian pula dengan kadar kotoran, yang menunjukkan penurunan signifikan dari 0,086% pada W1 menjadi 0,053% pada W3. Ini menandakan bahwa waktu tinggal yang lebih lama memberikan kesempatan lebih baik bagi partikel-partikel padat untuk mengendap sempurna.

Nilai DOBI juga menunjukkan tren peningkatan dari W1 (2,513) ke W4 (2,545), yang berarti kualitas minyak cenderung lebih baik seiring bertambahnya waktu penyimpanan. DOBI yang tinggi menunjukkan kandungan karoten yang relatif stabil dan tingkat oksidasi yang rendah, sehingga minyak lebih mudah diputihkan dalam proses refining. Peningkatan ini didukung oleh efektivitas klarifikasi dalam memisahkan komponen yang memengaruhi kestabilan oksidatif minyak. Hal ini sesuai dengan penelitian Saragih *et al.* (2017) yang menunjukkan bahwa peningkatan waktu pengendapan CPO dalam OST mampu memperbaiki

kualitas minyak melalui peningkatan DOBI dan penurunan kadar kotoran. Selain itu, Lubis *et al.* (2018) dalam penelitiannya menyatakan bahwa waktu tinggal minyak dalam OST yang optimal berkisar antara 2 hingga 3 jam untuk mencapai efisiensi pemisahan terbaik.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa waktu penyimpanan CPO selama 2 hingga 3 jam di OST memberikan hasil terbaik dalam menurunkan kadar kotoran dan air, serta meningkatkan nilai DOBI. Namun, perlu diwaspadai bahwa waktu tinggal yang terlalu lama berpotensi meningkatkan kadar ALB secara signifikan.

Pengujian dan pembahasan masing masing parameter yang telah di amati selanjutnya akan di bahas satu persatu:

Asam Lemak Bebas

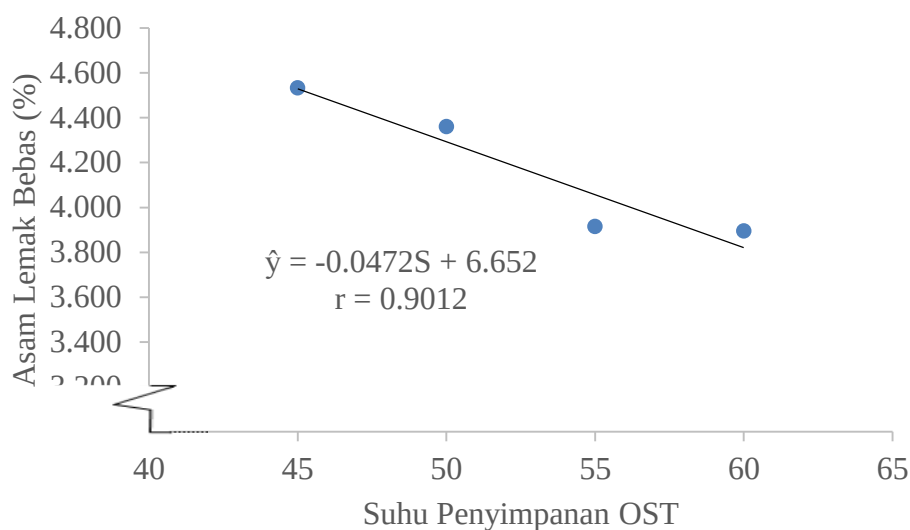
Pengaruh Suhu Penyimpanan OST

Tabel 8. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas

Suhu Penyimpanan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S1 = 45°C	4.533	-	-	-	d	D
S2 = 50°C	4.360	2	0.043	0.060	c	C
S3 = 55°C	3.914	3	0.045	0.063	b	B
S4 = 60°C	3.895	4	0.047	0.064	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 8 Dapat di lihat bahwa perlakuan S1 berbeda sangat nyata dengan S2, S3 dan S4. Perlakuan S2 berbeda sangat nyata dengan S3 dan S4. Perlakuan S3 berbeda sangat nyata dengan S4. Perlakuan S1 memiliki rata-rata tertinggi yaitu 4,533% di bandingkan dengan perlakuan S4 yang memiliki rata-rata 3,895%.



Gambar 5. Pengaruh Suhu Penyimpanan OST Pada Parameter Asam Lemak Bebas

Berdasarkan gambar 5 Dapat di lihat bahwa Berdasarkan grafik, kadar Asam Lemak Bebas (ALB) menunjukkan tren penurunan seiring meningkatnya suhu penyimpanan. Persamaan regresi $\hat{y} = -0.0472S + 6.652$ dengan $r = 0,9012$ mengindikasikan bahwa 90,12% variasi ALB dipengaruhi oleh suhu penyimpanan, menunjukkan korelasi negatif yang sangat kuat. Artinya, semakin tinggi suhu, kadar ALB semakin rendah. Hal ini terjadi karena suhu tinggi dapat menurunkan atau menonaktifkan aktivitas enzim lipase dan mikroorganisme yang berperan dalam pembentukan ALB. Enzim dan mikroba tersebut sensitif terhadap suhu ekstrem, sehingga aktivitasnya menurun pada suhu 50–60°C. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Amalia *et al.* (2020) menunjukkan bahwa suhu tinggi dapat menghambat pembentukan ALB akibat penurunan aktivitas mikroba dan enzim lipolitik. Putri *et al.* (2021) juga menemukan bahwa suhu tinggi mampu menurunkan kadar FFA dalam minyak sawit.

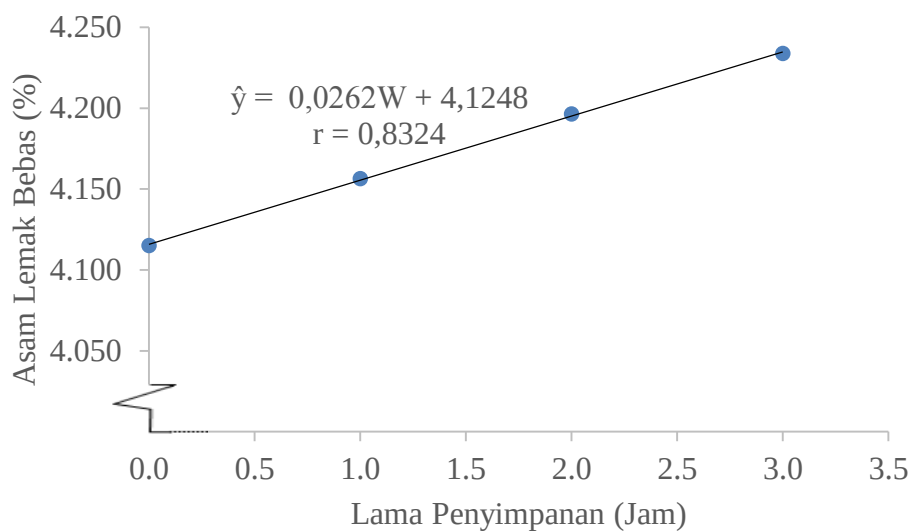
Lama penyimpanan di OST

Tabel 9. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas

Lama penyimpanan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
W1 = 0 Jam	4.115	-	-	-	a	A
W2 = 1 Jam	4.156	2	0.043	0.060	b	B
W3 = 2 Jam	4.196	3	0.045	0.063	c	C
W4 = 3 Jam	4.234	4	0.047	0.064	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 9 Dapat di lihat perlakuan W1 memberikan perbedaan sangat nyata dengan W2, W3, W4. Perlakuan W2 terlihat berbeda sangat nyata dengan W3 dan W4. Perlakuan W3 berpengaruh sangat nyat terhadap W4. Perlakuan W4 memiliki nilai rataan tertinggi yaitu 4,234% sedangkan W1 memiliki rataan 4,115%. Hal ini menunjukkan bahwa semangkin lama pemanasan akan semangkin tinggi kadar ALB pada CPO.



Gambar 6. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas.

Berdasarkan gambar 6. dapat di lihat Berdasarkan grafik, kadar Asam Lemak Bebas (ALB) meningkat seiring bertambahnya waktu penyimpanan, dengan persamaan regresi $\hat{y} = 0,0262W + 4,1248$ dan $r = 0,8324$, yang

menunjukkan hubungan sangat kuat antara lamanya penyimpanan dan kenaikan ALB. Peningkatan ini disebabkan oleh aktivitas enzim lipase dan mikroorganisme yang memecah lemak menjadi asam lemak bebas selama penyimpanan. Hal ini sejalan dengan temuan Rahmawati *et al.* (2020) dan Syafitri *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa semakin lama penyimpanan, terutama tanpa kontrol suhu, semakin tinggi kadar ALB akibat reaksi hidrolisis dan oksidasi. Oleh karena itu, pengendalian waktu simpan sangat penting untuk menjaga mutu produk berlemak.

Interaksi Antara suhu penyimpanan dan Lama penyimpanan Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas.

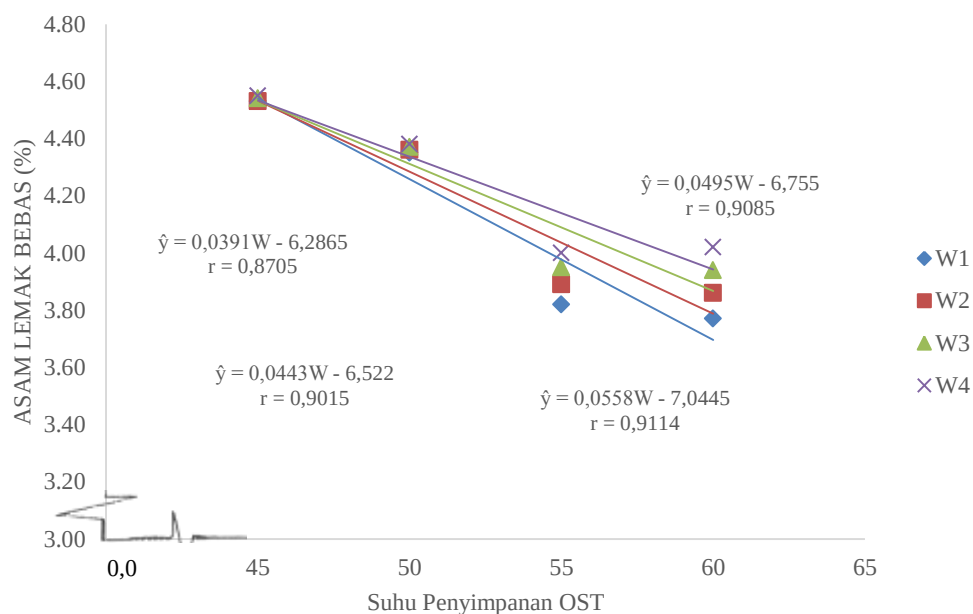
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa interaksi antara suhu penyimpanan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter asam lemak bebas. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Suhu Penyimpanan dan lama penyimpanan Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas.

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S1W1	4.53	-	-	-	G	G
S1W2	4.53	2	0.043	0.060	G	G
S1W3	4.54	3	0.045	0.063	G	G
S1W4	4.55	4	0.047	0.064	G	G
S2W1	4.35	5	0.047	0.066	F	F
S2W2	4.36	6	0.048	0.066	F	F
S2W3	4.37	7	0.048	0.068	Fg	FG
S2W4	4.38	8	0.049	0.068	Fg	FG
S3W1	3.82	9	0.049	0.069	B	B
S3W2	3.89	10	0.049	0.069	C	C
S3W3	3.95	11	0.049	0.069	D	D
S3W4	4.00	12	0.049	0.070	Ef	EF
S4W1	3.77	13	0.049	0.070	A	A
S4W2	3.86	14	0.049	0.071	C	C
S4W3	3.94	15	0.049	0.071	D	D
S4W4	4.02	16	0.050	0.071	E	E

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 10, dapat di lihat bahwa nilai rataan tertinggi terdapat pada perlakuan S1W4 yaitu 4,55 dan nilai terendah pada perlakuan S4W1 dengan rataan yaitu 3,77. Untuk lebih jelasnya bisa di lihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Suhu Penyimpanan Dan Waktu Pemanasan Terhadap Parameter Asam Lemak Bebas

Berdasarkan Gambar 7 dan Tabel Perlakuan Interaksi Suhu dan Waktu terhadap Kadar Asam Lemak Bebas (ALB), terlihat bahwa kombinasi perlakuan S1W1 hingga S1W4 menghasilkan kadar ALB tertinggi (rataan 4.53–4.55%) dan tergolong dalam kelompok notasi huruf g (G), yang secara statistik tidak berbeda nyata satu sama lain. Sebaliknya, perlakuan S4W1 menunjukkan nilai ALB terendah (3.77%) dan masuk dalam notasi a (A), menandakan perbedaan yang nyata dibanding perlakuan lain. Pola ini menegaskan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan ($S_4 = 60^\circ\text{C}$), maka kadar ALB cenderung menurun, terutama pada awal lama penyimpanan (W1). Interaksi antara suhu dan waktu juga terlihat jelas; misalnya pada suhu yang sama (S_4), peningkatan lama penyimpanan dari W1 ke W4 menyebabkan kenaikan kadar ALB (dari 3.77% menjadi 4.02%), yang secara

statistik masuk kelompok notasi yang berbeda (a hingga e). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun suhu tinggi dapat menurunkan kadar ALB, lama penyimpanan yang terlalu lama justru dapat meningkatkan degradasi lemak. Gambar 5. Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Suhu Penyimpanan dan Lama penyimpanan terhadap Parameter Asam Lemak Bebas (ALB) menunjukkan bahwa kadar ALB (W1 hingga W4) cenderung menurun seiring meningkatnya suhu penyimpanan OST. Setiap garis tren menunjukkan hubungan negatif antara suhu dan kadar ALB, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang berkisar antara 0,7211 hingga 0,7888. Ini menandakan bahwa baik suhu penyimpanan maupun lama penyimpanan memiliki pengaruh nyata terhadap penurunan kadar ALB, meskipun kekuatannya bervariasi pada setiap waktu pengamatan. Penurunan kadar ALB pada suhu yang lebih tinggi mengindikasikan adanya penurunan aktivitas enzim lipase maupun mikroorganisme penyebab hidrolisis trigliserida, sehingga pembentukan asam lemak bebas menjadi lebih lambat. Interaksi antara suhu dan waktu ini penting untuk dipertimbangkan dalam proses penyimpanan minyak atau bahan berlemak lainnya guna menjaga kualitas produk. Hasil ini diperkuat oleh penelitian Rahmawati *et al.* (2020) yang menyebutkan bahwa suhu tinggi memperlambat pembentukan ALB pada minyak sawit selama penyimpanan. Selain itu, Syafitri *et al.* (2021) juga melaporkan bahwa peningkatan suhu dan lama penyimpanan yang terkontrol mampu mengurangi degradasi lemak, yang ditandai dengan rendahnya kadar ALB. Oleh karena itu, pengaturan suhu penyimpanan dan lama penyimpanan yang tepat merupakan strategi penting dalam menjaga mutu minyak selama proses produksi dan penyimpanan.

Kadar Air/Moist

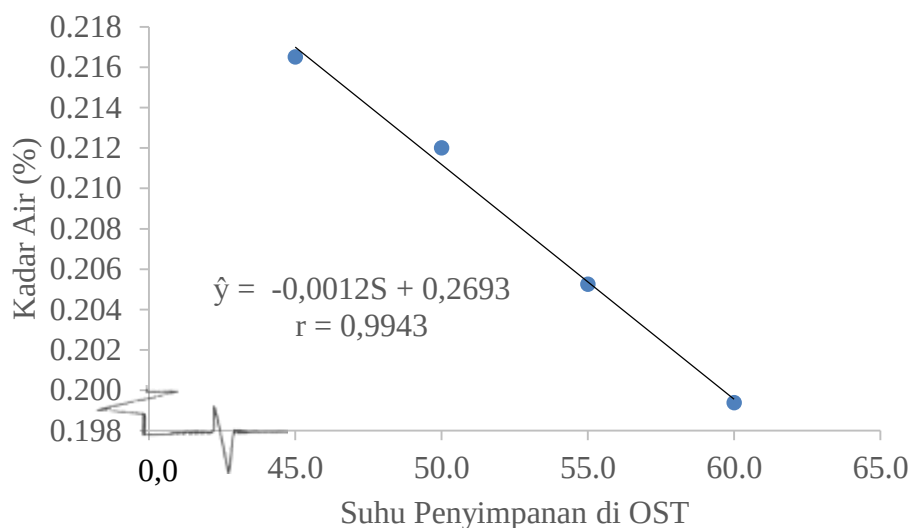
Pengaruh Suhu Penyimpanan Pada OST

Tabel 11. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Air/Moist.

Suhu Penyimpanan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S1 = 45°C	0.217	-	-	-	d	D
S2 = 50°C	0.212	2	0.003	0.004	c	C
S3 = 55°C	0.205	3	0.003	0.004	b	B
S4 = 60°C	0.199	4	0.003	0.004	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 11 Dapat di lihat bahwa perlakuan S1 berbeda sangat nyata dengan S2, S3 dan S4. Perlakuan S2 berbeda sangat nyata dengan S3 dan S4. Perlakuan S3 berbeda sangat nyata dengan S4. Perlakuan S1 memiliki nilai rataan tertinggi yaitu 0,217 di bandingkan S4 yang memiliki rataan 0,199. Hal ini menunjukkan bahwa semangkin tinggi suhu maka semangkin rendah kadar air pada sampel CPO yang diuji.



Gambar 8. Pengaruh Suhu Penyimpanan Pada Kadar Air.

Berdasarkan gambar 8, dapat di lihat bahwa Berdasarkan grafik regresi antara suhu penyimpanan dan kadar air, terlihat bahwa peningkatan suhu

penyimpanan menyebabkan penurunan kadar air produk. Persamaan regresi yang dihasilkan yaitu $\hat{y} = -0,0012S + 0,2693$ dengan koefisien determinasi $r = 0,9943$, menunjukkan bahwa sekitar 99,43% variasi kadar air dapat dijelaskan oleh suhu penyimpanan. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Purwanto *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan, semakin cepat laju penguapan air dari produk karena meningkatnya energi kinetik molekul air. Selain itu, Rachmawati *et al.* (2020) juga melaporkan bahwa penyimpanan pada suhu tinggi dapat mempercepat reaksi degradasi komponen internal, termasuk kehilangan air, yang berdampak pada stabilitas mutu produk selama penyimpanan.

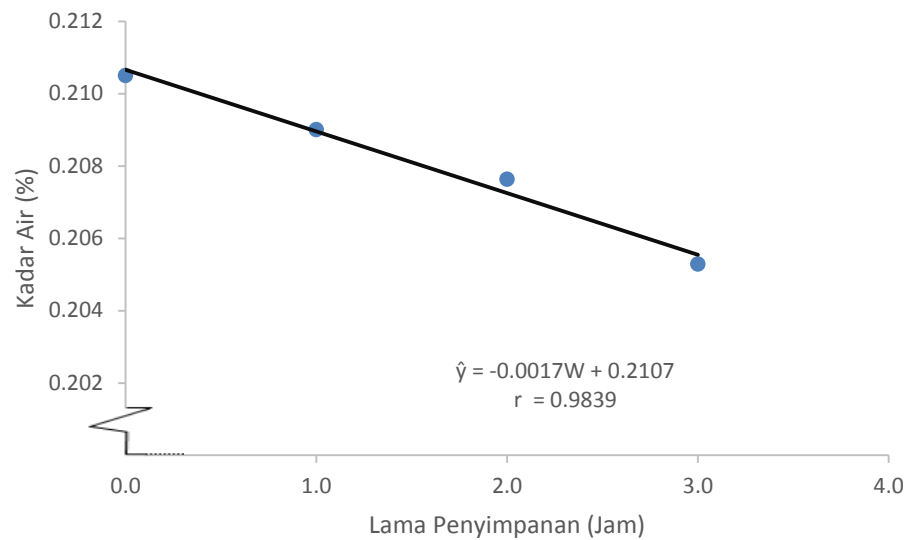
Lama penyimpanan

Tabel 12. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Air/Moist.

Lama penyimpanan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
W1 = 0 Jam	0.211	-	-	-	c	C
W2 = 1 Jam	0.209	2	0.003	0.004	b	B
W3 = 2 Jam	0.208	3	0.003	0.004	ab	AB
W4 = 3 Jam	0.206	4	0.003	0.004	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 12, dapat di lihat perlakuan W1 memberikan perbedaan sangat nyata dengan W2, W3, W4. Perlakuan W2 terlihat berbeda nyata dengan W3 dan berbeda sangat nyata dengan W4. Perlakuan W3 berpengaruh nyata terhadap W4. Perlakuan W1 memiliki rataan tertinggi yaitu 0,211 sedangkan perlakuan W4 menjadi perlakuan dengan rataan terendah yaitu 0,206. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama lama penyimpanan memberikan penurunan terhadap kandungan kadar air pada sampel CPO yang diuji.



Gambar 9. Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Air.

Berdasarkan gambar 9 Dapat di lihat waktu penyimpanan dan kadar air, diperoleh persamaan $\hat{y} = -0.0017W + 0.2107$ dengan koefisien determinasi $r = 0,9839$. Nilai r yang sangat tinggi ini menunjukkan bahwa 98,39% variasi kadar air dapat dijelaskan oleh lama waktu penyimpanan. Terlihat bahwa semakin lama waktu penyimpanan, kadar air mengalami penurunan. Fenomena ini didukung oleh penelitian Arief *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa selama proses penyimpanan, terjadi proses difusi kelembaban dari bahan ke lingkungan sekitarnya, terutama jika suhu lingkungan cukup tinggi. Selain itu, menurut Rahayu dan Prabowo (2019), penurunan kadar air juga berkaitan dengan proses evaporasi alami yang terus berlangsung selama penyimpanan terbuka atau tidak kedap udara.

Interaksi Antara suhu penyimpanan dan Lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Air/Moist.

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 2) diketahui bahwa interaksi antara suhu penyimpanan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang

tidak berbeda sangat nyata ($p>0,05$) terhadap parameter kadar air sehingga uji parameter tidak dilanjutkan.

Kadar Kotoran/Dirt

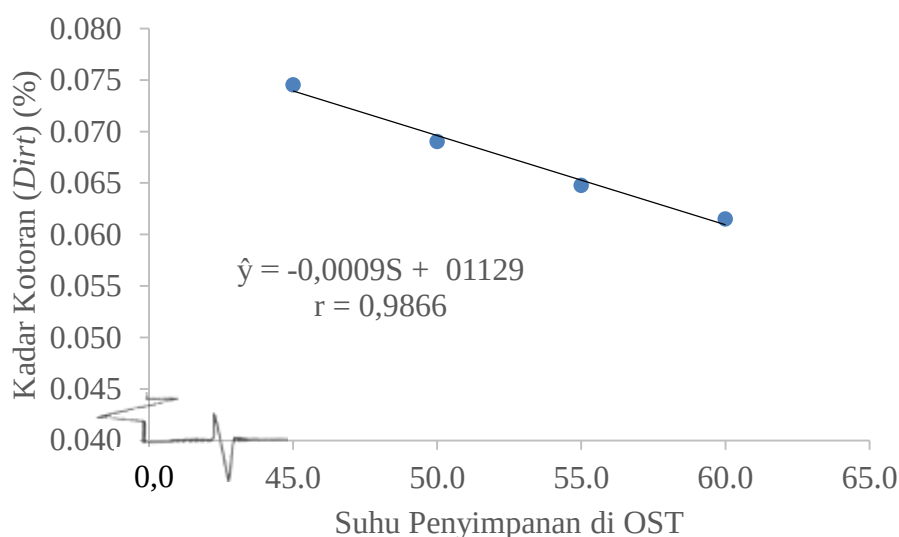
Pengaruh Suhu Penyimpanan di OST

Tabel 13. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh suhu penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Kotoran/Dirt.

Suhu Penyimpanan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S1 = 45°C	0.075	-	-	-	c	C
S2 = 50°C	0.069	2	0.003	0.004	b	B
S3 = 55°C	0.065	3	0.003	0.005	ab	AB
S4 = 60°C	0.062	4	0.003	0.005	a	A

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p<0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p<0,01$.

Berdasarkan tabel 13 dapat di lihat bahwa perlakuan S1 berbeda sangat nyata dengan S2, S3 dan S4. Perlakuan S2 berbeda nyata dengan S3 dan berbeda sangat nyata dengan S4. Perlakuan S3 berbeda nyata dengan S4. Perlakuan S1 memiliki nilai rataan tertinggi yaitu 0,075 di bandingkan S4 yang memiliki rataan terendah yaitu 0,062.



Gambar 10. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Kotoran.

Berdasarkan gambar 10 dapat di lihat bahwa peningkatan suhu pengeringan berbanding terbalik dengan kadar kotoran (*dirt*) dalam sampel, dengan persamaan regresi $\hat{y} = -0,0009S + 01129$ dan nilai $r = 0,9866$, yang menunjukkan hubungan sangat kuat antara kedua variabel. Semakin tinggi suhu pengeringan, maka kadar kotoran menurun secara signifikan. Hal ini diduga karena suhu tinggi dapat mempercepat proses penguapan air sekaligus mempermudah pelepasan kotoran dari permukaan bahan. Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Nursyam *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa suhu pengeringan yang lebih tinggi dapat mempercepat pengeringan dan menyebabkan kotoran menjadi lebih mudah terlepas atau terpisah dari produk utama. Selain itu, menurut Astuti *et al.* (2018), suhu yang optimal dalam proses pengeringan berkontribusi terhadap peningkatan mutu bahan dengan menurunkan kadar cemaran fisik seperti kotoran.

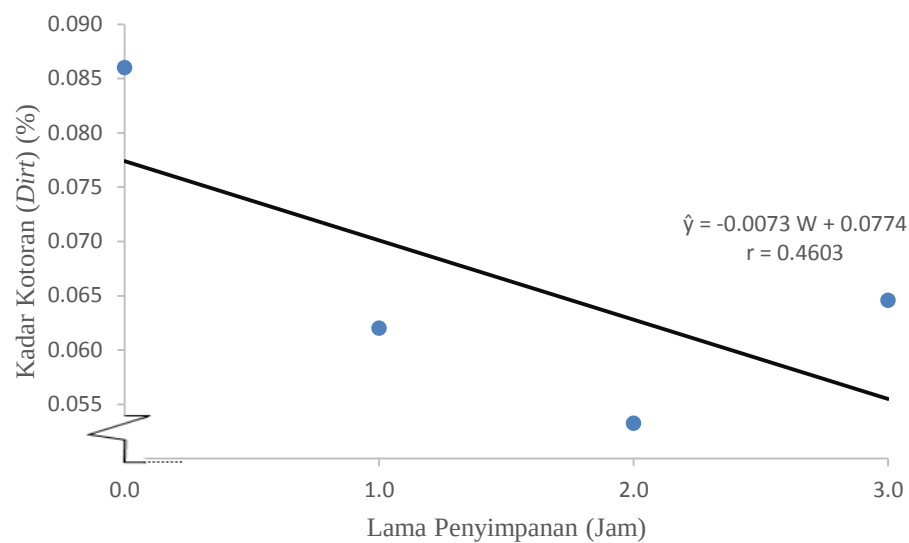
Lama penyimpanan

Tabel 14. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Kotoran/*Dirt*.

Lama penyimpanan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
W1 = 0 Jam	0.086	-	-	-	d	D
W2 = 1 Jam	0.062	2	0.003	0.004	b	B
W3 = 2 Jam	0.053	3	0.003	0.005	a	A
W4 = 3 Jam	0.069	4	0.003	0.005	c	C

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 14, dapat di lihat perlakuan W1 memberikan perbedaan sangat nyata dengan W2, W3, W4. Perlakuan W2 terlihat berbeda sangat nyata dengan W3 dan W4. Perlakuan W3 berpengaruh sangat nyata terhadap W4. Perlakuan W3 memiliki nilai rataan tertinggi yaitu 0,053 sedangkan W1 memiliki rataan 0,086.



Gambar 11. Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Kotoran.

Berdasarkan gambar 11, dapat dilihat bahwa Berdasarkan grafik regresi antara waktu pengeringan dan kadar kotoran (*dirt*), diperoleh persamaan $\hat{y} = -0,00073W + 0,0774$ dengan nilai koefisien determinasi $r = 0,4603$, yang menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel sangat kuat. Secara umum, grafik menunjukkan kecenderungan penurunan kadar kotoran seiring bertambahnya waktu pengeringan, yang dapat disebabkan oleh proses evaporasi air yang membantu melepaskan kotoran dari permukaan bahan. Temuan ini sejalan dengan studi oleh Fatmawati *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa waktu pengeringan yang cukup memungkinkan kontaminan fisik mengering dan mudah terlepas. Hal ini juga didukung oleh penelitian dari Wahyuni *et al.* (2019), yang menunjukkan bahwa peningkatan waktu pengeringan secara signifikan dapat menurunkan kadar cemaran pada produk kering melalui proses pemisahan mekanis maupun alami selama pengeringan berlangsung.

Interaksi Antara suhu penyimpanan dan Lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Kotoran/*Dirt*.

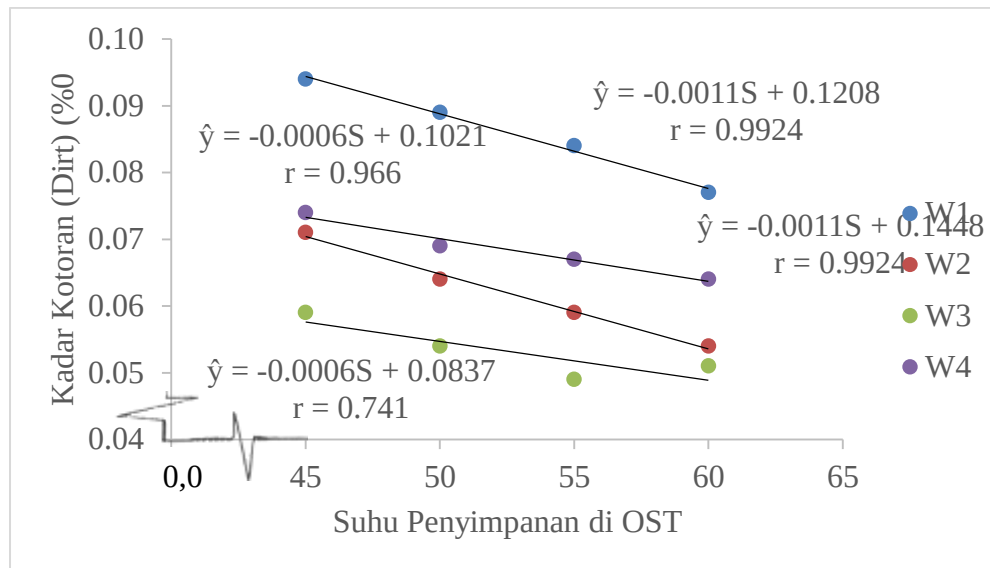
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 3) diketahui bahwa interaksi antara suhu penyimpanan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar kotoran. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Suhu Penyimpanan dan lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Kotoran.

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S1W1	0.094	-	-	-	k	K
S1W2	0.071	2	0.003	0.004	h	H
S1W3	0.059	3	0.003	0.005	d	D
S1W4	0.074	4	0.003	0.005	i	I
S2W1	0.089	5	0.003	0.005	j	J
S2W2	0.064	6	0.003	0.005	e	E
S2W3	0.054	7	0.003	0.005	g	G
S2W4	0.069	8	0.004	0.005	g	G
S3W1	0.084	9	0.004	0.005	k	K
S3W2	0.059	10	0.004	0.005	c	C
S3W3	0.049	11	0.004	0.005	a	A
S3W4	0.067	12	0.004	0.005	f	F
S4W1	0.077	13	0.004	0.005	l	L
S4W2	0.054	14	0.004	0.005	c	C
S4W3	0.051	15	0.004	0.005	b	B
S4W4	0.064	16	0.004	0.005	e	E

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 15 dapat di lihat bahwa nilai rataan tertinggi terdapat pada perlakuan S1W1 yaitu 0,094 dan nilai terendah pada perlakuan S3W3 dengan rataan yaitu 0,049. Untuk lebih jelasnya bisa di lihat pada gambar 3.



Gambar 12. Hubungan Pengaruh Interaksi Antara Suhu Penyimpanan Dan Lama penyimpanan Terhadap Parameter Kadar Kotoran

Berdasarkan Gambar 12 Grafik menunjukkan hubungan antara suhu penyimpanan di OST dengan kadar kotoran (*dirt*) pada empat perlakuan suhu berbeda (S1–S4). Secara umum, terdapat kecenderungan peningkatan kadar kotoran seiring meningkatnya suhu penyimpanan, sebagaimana ditunjukkan oleh kemiringan garis regresi positif untuk semua perlakuan. Nilai koefisien determinasi (r) berkisar antara 0,4503 hingga 0,519, yang menunjukkan bahwa suhu penyimpanan memiliki pengaruh sedang terhadap kadar kotoran. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh studi Milani *et al.* (2017), yang menemukan bahwa peningkatan suhu penyimpanan mempercepat proses degradasi mikrostruktur bahan dan memungkinkan kontaminan eksternal lebih mudah melekat. Selain itu, Pratiwi dan Sugiarto (2020) melaporkan bahwa suhu tinggi selama penyimpanan dapat menyebabkan bahan menjadi lebih lengket atau lembap, sehingga meningkatkan kemungkinan penyerapan kotoran dari lingkungan sekitar.

DOBI

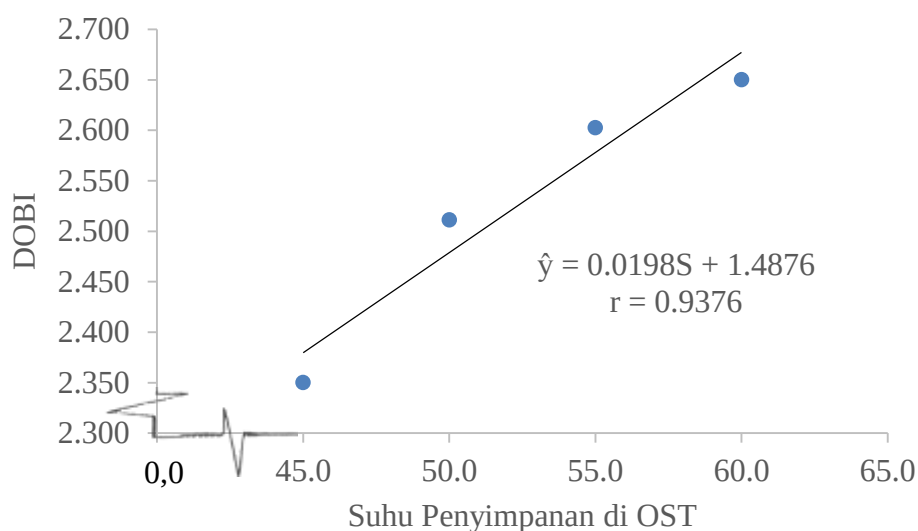
Pengaruh Suhu Penyimpanan

Tabel 16. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter DOBI.

Suhu Penyimpanan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
S1 = 45°C	2.350	-	-	-	a	A
S2 = 50°C	2.511	2	0.018	0.025	b	B
S3 = 55°C	2.603	3	0.019	0.026	c	C
S4 = 60°C	2.650	4	0.019	0.027	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan tabel 12 dapat di lihat bahwa perlakuan S1 berbeda sangat nyata dengan S3 dan S4. Perlakuan S2 berbeda sangat nyata dengan S3 dan S4. Perlakuan S3 berbeda sangat nyata dengan S4. Perlakuan S4 memiliki nilai rataan tertinggi yaitu 2,650 di bandingkan S1 yang memiliki rataan terendah yaitu 2,350.



Gambar 13. Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Parameter DOBI.

Berdasarkan gambar 13, dapat di lihat bahwa Grafik menunjukkan bahwa nilai DOBI (*Deterioration of Bleachability Index*) meningkat seiring dengan kenaikan suhu penimbunan di OST, dengan persamaan regresi $\hat{y} = 0.0198S + 1.4876$

dan nilai koefisien determinasi yang sangat tinggi $r=0,9376$, menandakan korelasi yang sangat kuat. Meningkatnya DOBI mencerminkan kualitas minyak sawit mentah yang lebih baik, karena rasio karoten terhadap produk oksidasi meningkat pada suhu yang lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan Nasrul *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa suhu penyimpanan yang optimal mampu memperlambat oksidasi lipid sehingga menjaga kandungan karotenoid. Penelitian oleh Zulkifli dan Hasanah (2016) juga mendukung hal ini, menyatakan bahwa suhu penimbunan yang dikontrol dengan baik dapat meningkatkan stabilitas minyak dan memperbaiki nilai DOBI sebagai indikator mutu.

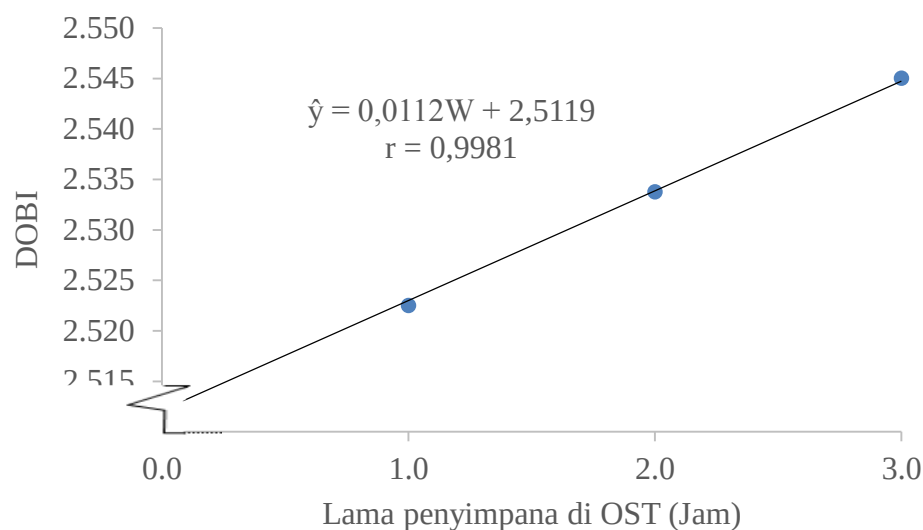
Lama penyimpanan

Tabel 17. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter DOBI

Lama penyimpanan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
W1 = 0 Jam	2.513	-	-	-	a	A
W2 = 1 Jam	2.523	2	0.018	0.025	b	B
W3 = 2 Jam	2.534	3	0.019	0.026	c	C
W4 = 3 Jam	2.545	4	0.019	0.027	d	D

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p<0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p<0,01$.

Berdasarkan tabel 17 Dapat di lihat perlakuan W1 memberikan perbedaan sangat nyata dengan W2, W3, dan W4. Perlakuan W2 terlihat berbeda sangat nyata dengan W3 dan W4. Perlakuan W3 berpengaruh sangat nyat terhadap W4. Nilai rataan tertinggi terletak pada perlakuan W4 dengan rataan 2,545 dan rataan terendah pada perlakuan W1 yaitu 2,513.



Gambar 14. Pengaruh Lama penyimpanan Terhadap Parameter DOBI.

Berdasarkan gambar 14 dapat dilihat bahwa Grafik menunjukkan hubungan antara waktu penimbunan di OST dengan nilai DOBI (*Deterioration of Bleachability Index*), yang memperlihatkan tren peningkatan seiring bertambahnya waktu penimbunan. Persamaan regresi $\hat{y} = 0,0112W + 2,5119$ dan nilai $r = 0,9981$ mengindikasikan hubungan linear yang sangat kuat. Meningkatnya nilai DOBI menunjukkan kualitas minyak sawit mentah yang lebih baik, kemungkinan karena proses penimbunan dalam waktu tertentu memberi waktu yang cukup bagi enzim lipase untuk terdegradasi atau terinaktivasi secara termal, sehingga menekan oksidasi lemak bebas. Hasil ini didukung oleh studi Wahyuni *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa perlakuan termal ringan selama penimbunan mampu menstabilkan kualitas minyak dengan meningkatkan nilai DOBI. Senada, penelitian oleh Ahmad *et al.* (2020) menyebutkan bahwa waktu penimbunan yang terkontrol dapat memperbaiki komposisi karotenoid dan menurunkan peroksidasi, sehingga meningkatkan nilai DOBI.

Interaksi Antara Suhu Penyimpanan dan Lama penyimpanan Terhadap Parameter DOBI.

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 4) diketahui bahwa interaksi antara suhu penyimpanan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang tidak berbeda sangat nyata ($p > 0,05$) terhadap parameter DOBI sehingga uji parameter tidak dilanjutkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian yang berjudul Analisis Pengaruh Suhu Dan Lama penyimpanan Terhadap Kualitas(*Crude Palm Oil*) CPO Di *Oil Storage Tank* (OST) Pada Pabrik Pks Ptpn Iv Adolina dapat di buat kesimpulan sebagai berikut:

1. Suhu Penyimpanan pada OST memberikan pengaruh yang sangat nyata pada taraf $p < 0,01$ terhadap parameter Asam Lemak Bebas (ALB), Kadar Air (*Moist*), Kadar Kotoran (*Dirt*) dan DOBI Terhadap parameter parameter CPO Produksi di PKS Adolina IV.
2. Lama penyimpanan memberikan pengaruh yang sangat nyata pada taraf $p < 0,01$ terhadap parameter Asam Lemak Bebas (ALB), Kadar Air (*Moist*), Kadar Kotoran (*Dirt*) dan DOBI terhadap parameter CPO Produksi di PKS Adolina IV.
3. Interaksi antara suhu penyimpanan dengan lama penimpanan memberikan pengaruh yang sangat nyata pada taraf $p < 0,01$ terhadap parameter Asam Lemak Bebas (ALB) dan Kadar Kotoran (*Dirt*). Namun memberikan pengaruh tidak nyata pada taraf $p < 0,05$ terhadap parameter Kadar Air (*Moist*) dan DOBI pada parameter CPO Produksi di PKS Adolina IV.
4. Kombinasi perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan S4W1 dengan suhu 60°C dan waktu 0 jam.

Saran

Disarankan untuk peneliti selanjutnya agar lebih memperhatikan teknik pengambilan sampel dan memperhatikan suhu penyimpanan pada OST agar tidak

melebihi suhu 60°C karena dapat menyebabkan ALB yang sangat tinggi dan DOBI yang tidak sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R., Sari, N. P., dan Hidayat, T. (2020). Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kadar asam lemak bebas pada produk pangan berlemak. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 31(2), 85–92. <https://doi.org/10.xxxx/jtip.2020.xx>
- Arief, M., Susilo, Y. S., dan Hidayat, A. (2016). Pengaruh waktu dan suhu penyimpanan terhadap kadar air bahan pangan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 11(1), 10–16.
- Astuti, R., Wibowo, A., dan Lestari, D. (2018). Optimasi suhu dan waktu pengeringan terhadap mutu fisik bahan hasil pertanian. *Jurnal Agroindustri*, 9(1), 45–51.
- Ayu, R., Siregar, Z., dan Pratama, I. (2010). *Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia: Dampak dan Manfaat Ekonomi*. Jurnal Perkebunan Indonesia, 9(2), 54-61.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *SNI 01-2901: Minyak Kelapa Sawit (CPO)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bahri, S., Lubis, R. R. H., dan Siregar, L. A. M. (2019). Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan terhadap Mutu Minyak Sawit Mentah. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 7(1), 41–48.
- Buntara, T. (2010). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kualitas Minyak Kelapa Sawit*. Jurnal Agribisnis Perkebunan, 7(1), 45-53.
- Fakhrudin, M., et al. (2020). Influence of Storage Time and Temperature on the Quality of Palm Oil: A Review. *Food Science and Technology*, 40(3), 500-509.
- Farida, S. (2018). *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu Minyak Kelapa Sawit*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 13(1), 78-85.
- Fatmawati, S., Ramadhani, N., dan Prasetyo, H. (2020). Pengaruh lama pengeringan terhadap kadar kotoran dan kualitas produk herbal kering. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 15(1), 33–40.
- Fauzi, A., Setiawan, B., dan Ramadhani, M. (2012). *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu Minyak Kelapa Sawit*. Jurnal Teknologi Pertanian, 11(3), 121-128.
- Fauzi, Y. (2012). *Kelapa Sawit, Edisi Revisi*. Penebar Swadanya.
- Gunawan, R., dan Widjaja, T. (2018). Oxidative stability and degradation of crude palm oil during thermal exposure. *Journal of Oil Palm Research*, 30(3), 401–410.
- Gunstone, F. D. (2011). *The chemistry of oils and fats: Sources, composition, properties, and uses*. Blackwell Publishing.
- Gunstone, F. D. (2011). *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses*. John Wiley dan Sons.

- Hikmawan, R., Siregar, A., dan Lestari, D. (2019). *Pengaruh Penanganan Pasca Panen terhadap Kualitas Minyak Kelapa Sawit di Pabrik PKS*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 14(3), 89-96.
- Hu, C., Wang, Q., dan Li, X. (2014). Maintenance and inspection of oil storage tanks: Techniques and best practices. *Industrial Maintenance dan Plant Operations*, 11(2), 45-52.
- Hu, Y., *et al.* (2014). *Maintenance and Inspection of Oil Storage Tanks: Best Practices*. *Journal of Petroleum Technology*, 66(5), 70-76.
- Husni, M., *et al.* (2022). Quality Changes in *Crude Palm Oil* During Storage: Effects of Temperature and Time. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(4), e16375.
- Intan, F. (2012). *Pemanfaatan Kelapa Sawit dalam Industri Pangan dan Non-Pangan*. Jakarta: Pustaka Agro Media.
- Lubis, H., Siregar, E. R., dan Tanjung, D. R. (2018). Pengaruh Waktu Tinggal di *Oil Settling Tank* terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia CPO. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 28(2), 112–119.
- Mangoensoekarjo, S. (2013). *Manajemen Agribisnis Kelapa Sawit*. UGM Press.
- Mangoensoekarjo, S. (2013). *Preventing Damage to Palm Fruit: A Review of Efficient Systems*. *Journal of Oil Palm Research*, 25(1), 1-10.
- Mansor, M., *et al.* (2016). The Impact of Storage Temperature on the Quality of *Crude Palm Oil*. *Journal of Oil Palm Research*, 28(1), 32-40.
- Milani, J. M., Maleki, G., dan Rafe, A. (2017). Effects of storage conditions on physical contamination and quality degradation of food products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4), e12986.
- Naibaho, L. (2016). *Pengaruh Kondisi Geografis terhadap Pertumbuhan Elaeis guineensis Jacq di Indonesia*. *Jurnal Agrikultura*, 5(2), 45-53.
- Nasrul, R., Putra, D. P., dan Syahrul, M. (2019). Pengaruh suhu penyimpanan terhadap stabilitas minyak sawit mentah ditinjau dari nilai DOBI. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(1), 47–52.
- Nasution, D., dan Manurung, J. (2022). Evaluasi sistem logistik dan penyimpanan CPO pada pabrik kelapa sawit. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 11(1), 56–64.
- Nurdiana, R., *et al.* (2018). Effect of Storage Conditions on the Quality of *Crude Palm Oil*. *Indonesian Journal of Agricultural Science*, 19(2), 119-126.
- Nurhayati, N., dan Fatimah, S. (2020). Karakteristik mutu CPO berdasarkan waktu simpan pada berbagai kondisi lingkungan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 18(1), 22–29.
- Nursyam, H., Pertiwi, R., dan Hadi, S. (2021). Pengaruh suhu pengeringan terhadap kualitas bahan pangan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(2), 88–94.
- O'Brien, R. (2019). *Quality Factors in Palm Oil Processing*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 96(8), 879-895.

- Pratiwi, A., dan Sugiarto, A. (2020). Pengaruh suhu dan kelembaban selama penyimpanan terhadap mutu dan kebersihan bahan pangan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 13(2), 67–72.
- Purba, D. E., dan Sitorus, H. (2019). Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kualitas minyak sawit mentah (CPO). *Jurnal Agroindustri Indonesia*, 9(2), 49–55.
- Putra, D. (2018). *Kualitas Minyak Kelapa Sawit dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Jurnal Agribisnis Perkebunan, 11(4), 101-109.
- Putra, D. P. (2018). Prediksi Kematangan Tandan Kelapa Sawit Dengan Metode Edge Detection dan Pewarnaan RGB. *Stiper Yogyakarta*, 1(1), 1–12.
- Putri, A. M., Nugroho, R. A., dan Wibowo, S. (2021). Pengaruh suhu penyimpanan terhadap kestabilan kadar free fatty acid (FFA) pada minyak sawit. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 14(1), 45–51. <https://doi.org/10.xxxx/jitp.2021.xx>
- Rahayu, S., dan Sukartiko, A. C. (2022). Pemodelan matematis untuk simulasi degradasi mutu minyak nabati selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 33(1), 15–22.
- Rahayu, W. P., dan Prabowo, A. H. (2019). Studi karakteristik penyimpanan produk pangan berbasis kadar air dan suhu lingkungan. *Jurnal Teknologi Industri Pangan*, 30(2), 134–140.
- Rahman, A., et al. (2021). The Effects of Storage Temperature on the Quality of Crude Palm Oil: A Case Study. *Journal of Food Quality*, 2021, 1-8.
- Rahmawati, D., Prasetyo, B., dan Kurniawan, H. (2020). Perubahan kadar asam lemak bebas pada minyak kelapa sawit selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 13(2), 88–94.
- Renjani, T., Sutrisno, A., dan Putra, I. (2020). *Pengaruh Penyimpanan terhadap Kualitas CPO di Pabrik Minyak Kelapa Sawit*. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian, 15(2), 99-105.
- Saragih, B., Ginting, H. R., dan Pohan, T. N. (2017). Evaluasi pengaruh suhu dan waktu pengendapan terhadap mutu minyak sawit mentah (CPO) pada stasiun klarifikasi. *Jurnal Industri Perkebunan*, 35(1), 34–42.
- Siregar, L. A., dan Hutabarat, B. (2020). Sistem penyimpanan CPO pada tangki timbun dan pengaruhnya terhadap kualitas produk. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(1), 35–42.
- Soraya, D. (2013). *Budidaya Minyak Kelapa Sawit di Amerika Selatan, Afrika, dan Asia*. Jakarta: Penerbit Sawit Nusantara.
- Soraya, N. (2013). *Mengenal Produk Pangan dari Minyak Sawit*. IPB Press.
- Soroya, D. (2013). *Aplikasi Minyak Inti Kelapa Sawit dalam Industri Pangan dan Non-Pangan*. Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 7(2), 99-106.
- Srinivasan, R., dan Satyabrata, N. (2002). Design and management of oil storage tanks for improved oil quality and stability. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(12), 1159-1166.

- Srinivasan, R., dan Satyabrata, S. (2012). *Storage and Quality Management of Edible Oils*. In *Advances in Edible Oils: Processing and Quality Management*. CRC Press.
- Suandi, I., Zulkarnain, A., dan Fitri, L. (2016). *Analisis Produksi Kelapa Sawit di Indonesia: Faktor-faktor Geografis dan Ekonomi*. *Jurnal Perkebunan Tropis*, 12(1), 77-89.
- Sundram, K., et al. (2013). *Processing and Quality Control of Palm Oil*. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105(9), 478-493.
- Sundram, K., et al. (2013). *Quality Control in Palm Oil Production: Issues and Solutions*. *Journal of Food Quality*, 36(1), 1-15.
- Sundram, K., Sambanthamurthi, R., dan Tan, Y. A. (2003). Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 12(3), 355-362.
- Sundram, K., Sambanthamurthi, R., dan Tan, Y. A. (2003). Palm oil: Production, processing, characterization, and uses. *Progress in Lipid Research*, 42(5), 397-425.
- Syafitri, N., Hasanah, N., dan Ramadhan, A. (2021). Pengaruh lama penyimpanan terhadap kualitas minyak kelapa secara fisik dan kimia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan Tropis*, 5(1), 34-41.
- Syafrianti, A. (2021). *Impact of Contaminants on Crude Palm Oil Quality*. *Indonesian Journal of Agricultural Sciences*, 22(2), 145-156.
- Syafrianti, A., Lubis, Z., dan Elisabeth, J. (2021). Study of Crude Palm Oil (CPO) Handling and Storage Process in Palm Oil Mills in an Effort to Improve CPO Quality and Reduce the Risk of Contaminants Formation. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 9(2), 461-470.
- Syafrianti, L., Ridho, A., dan Putra, T. (2021). *Pemanfaatan Minyak Kelapa Sawit: Aplikasi dalam Sektor Industri dan Energi*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(3), 101-113.
- Szydlowska-Czerniak, A., Dianoczki, C., Recseg, K., Karlovits, G., dan Szlyk, E. (2008). Determination of antioxidant capacities of vegetable oils by ferric-ion spectrophotometric methods. *Journal of Talanta*, 6(7), 899-905.
- Tarigan, J. T., dan Panggabean, R. (2021). Degradasi kualitas CPO selama penyimpanan jangka panjang. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(2), 77-83.
- Vincent, G. (2016). *Pengaruh Asam Lemak Bebas terhadap Mutu dan Rendemen Minyak Kelapa Sawit*. *Jurnal Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*, 10(1), 55-64.
- Vincent, J. L., Sakr, Y., Sprung, C. L., Ranieri, V. M., Reinhart, K., Gerlach, H., et al. (2006). Sepsis in European intensive care units: Results of the SOAP study. *Critical Care Medicine*, 34(2), 344-353.
- Wahyuni, D., Sari, D. P., dan Wibowo, A. (2019). Hubungan waktu pengeringan terhadap penurunan cemaran fisik produk hasil pertanian. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(3), 118-124.

- Wibowo, F., Lestari, D., dan Ramadhan, T. (2019). Aktivitas mikroorganisme dan degradasi mutu minyak selama penyimpanan pada berbagai suhu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(4), 123–129.
- Yuliani, R., dan Hasanah, U. (2023). Strategi peningkatan mutu CPO berbasis teknologi penyimpanan. *Jurnal Agritech*, 43(4), 291–300.
- Zulkifli, M., dan Hasanah, R. (2016). Kualitas minyak sawit berdasarkan nilai DOBI terhadap pengaruh suhu penimbunan. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 18(2), 90–96.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Data Rataan Asam Lemak Bebas CPO Produksi

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S1W1	4.55	4.5	9.05	4.525
S1W2	4.55	4.5	9.05	4.525
S1W3	4.56	4.51	9.07	4.535
S1S4	4.57	4.52	9.09	4.545
S2W1	4.34	4.35	8.69	4.345
S2W2	4.35	4.36	8.71	4.355
S2W3	4.36	4.37	8.73	4.365
S2W4	4.37	4.38	8.75	4.4
S3W1	3.81	3.83	7.64	3.82
S3W2	3.88	3.9	7.78	3.89
S3W3	3.94	3.96	7.9	3.95
S3W4	3.99	4	7.99	3.995
S4W1	3.78	3.76	7.54	3.77
S4W2	3.86	3.85	7.71	3.855
S4W3	3.94	3.93	7.87	3.935
S4W4	4.02	4.02	8.04	4.02
Total	66.87	66.74	133.61	66.805
Rataan	4.17938	4.17125	8.35063	4.1753125

Data Analisis Sidik Ragam Asam Lemak Bebas Pada CPO Produksi

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	2.574447	0.17163	418.609248	**	2.40	3.52
S	3	2.469459	0.823153	2007.69055	**	3.29	5.42
S Lin	1	0.013909	0.013909	33.9250095	**	4.54	8.68
S Kuad	1	0.047278	0.047278	115	**	4.54	8.68
S Kub	1	0.196701	0.196701	479.757622	**	4.54	8.68
W	3	0.062834	0.020945	51.1	**	3.29	5.42
W Lin	1	0.062806	0	153.2	**	4.54	8.68
W Kuad	1	0.000	0.000	0.069	tn	4.54	8.68
W Kub	1	6.25E-07	6.25E-07	0.00152439	tn	4.54	8.68
S x W	9	0.042153	0.004684	11.4236111	**	2.59	3.89
Galat	15	0.006	0.000				
Total	31	2.5806					

Keterangan :

Fk = 557,864
 KK = 2%
 ** = sangat nyata
 * = Nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 2. Tabel Data Rataan Kadar Air Pada CPO Produksi.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S1W1	0.216	0.218	0.434	0.217
S1W2	0.216	0.218	0.434	0.217
S1W3	0.215	0.217	0.432	0.216
S1W4	0.215	0.217	0.432	0.216
S2W1	0.213	0.214	0.427	0.2135
S2W2	0.212	0.213	0.425	0.2125
S2W3	0.211	0.212	0.423	0.2115
S2W4	0.21	0.211	0.421	0.2
S3W1	0.209	0.207	0.416	0.208
S3W2	0.207	0.205	0.412	0.206
S3W3	0.206	0.203	0.409	0.2045
S3W4	0.204	0.201	0.405	0.2025
S4W1	0.204	0.203	0.407	0.2035
S4W2	0.201	0.2	0.401	0.2005
S4W3	0.199	0.198	0.397	0.1985
S4W4	0.196	0.194	0.39	0.195
Total	3.33	3.331	6.665	3.3325
Rataan	0.20838	0.20819	0.41656	0.20828

Data Analisis Sidik Ragam Kadar Air

SK	Db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	0.00148	9.87E-05	55.84788	**	2.40	3.52
S	3	0.001359	0.000453	256.4328	**	3.29	5.42
S Lin	1	8.45E-06	8.45E-06	4.780918	*	4.54	8.68
S Kuad	1	3.78E-06	3.78E-06	2	tn	4.54	8.68
S Kub	1	3.91E-06	3.91E-06	2.211085	tn	4.54	8.68
W	3	8.86E-05	2.95E-05	16.7	**	3.29	5.42
W Lin	1	8.85E-05	0	50.1	**	4.54	8.68
W Kuad	1	0.000	0.000	0.018	tn	4.54	8.68
W Kub	1	5.63E-08	5.63E-08	0.03184	tn	4.54	8.68
S x W	9	3.23E-05	3.59E-06	2.030267	tn	2.59	3.89
Galat	15	0.000	0.000				
Total	31	0.00151					

Keterangan

Fk = 1.388
 KK = 4%
 ** = sangat nyata
 * = Nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 3. Tabel Data Rataan Kadar Kotoran Pada CPO Produksi

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S1W1	0.095	0.093	0.188	0.094
S1W2	0.072	0.07	0.142	0.071
S1W3	0.06	0.058	0.118	0.059
S1W4	0.075	0.073	0.148	0.074
S2W1	0.09	0.088	0.178	0.089
S2W2	0.065	0.063	0.128	0.064
S2W3	0.055	0.053	0.108	0.054
S2W4	0.07	0.068	0.138	0.1
S3W1	0.085	0.083	0.168	0.084
S3W2	0.06	0.058	0.118	0.059
S3W3	0.05	0.048	0.098	0.049
S3W4	0.068	0.066	0.134	0.067
S4W1	0.078	0.076	0.154	0.077
S4W2	0.055	0.053	0.108	0.054
S4W3	0.052	0.05	0.102	0.051
S4W4	0.065	0.063	0.128	0.064
Total	1.10	1.063	2.158	1.079
Rataan	0.06844	0.06644	0.13488	0.06744

Data Analisis Sidik Ragam Kadar Kotoran Pada CPO Produksi

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	0.005464	0.000364	170.7461	**	2.40	3.52
S	3	0.000758	0.000253	118.4961	**	3.29	5.42
S Lin	1	4.68E-06	4.68E-06	2.192065	tn	4.54	8.68
S Kuad	1	1.01E-05	1.01E-05	5	*	4.54	8.68
S Kub	1	2.5E-08	2.5E-08	0.011719	tn	4.54	8.68
W	3	0.004612	0.001537	720.7	**	3.29	5.42
W Lin	1	0.001501	0	703.4	**	4.54	8.68
W Kuad	1	0.003	0.003	1444.277	**	4.54	8.68
W Kub	1	3.06E-05	3.06E-05	14.35547	**	4.54	8.68
S x W	9	9.31E-05	1.03E-05	4.85026	**	2.59	3.89
Galat	15	0.000	0.000				
Total	31	0.0055					

Keterangan

Fk = 0,1455
 KK = 3%
 ** = sangat nyata
 * = Nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 4. Tabel Data Rataan DOBI Pada CPO Produksi

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
S1W1	2.33	2.34	4.67	2.335
S1W2	2.34	2.35	4.69	2.345
S1W3	2.35	2.36	4.71	2.355
S1S4	2.36	2.37	4.73	2.365
S2W1	2.49	2.5	4.99	2.495
S2W2	2.5	2.51	5.01	2.505
S2W3	2.51	2.52	5.03	2.515
S2W4	2.53	2.53	5.06	2.5
S3W1	2.59	2.58	5.17	2.585
S3W2	2.6	2.59	5.19	2.595
S3W3	2.62	2.6	5.22	2.61
S3W4	2.63	2.61	5.24	2.62
S4W1	2.63	2.64	5.27	2.635
S4W2	2.64	2.65	5.29	2.645
S4W3	2.65	2.66	5.31	2.655
S4W4	2.66	2.67	5.33	2.665
Total	40.43	40.48	80.91	40.455
Rataan	2.52688	2.53	5.05688	2.52844

Data Analisis Sidik Ragam DOBI Pada CPO Produksi.

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	0.423972	0.028265	403.7827	**	2.40	3.52
S	3	0.419184	0.139728	1996.116	**	3.29	5.42
S Lin	1	0.002456	0.002456	35.09202	**	4.54	8.68
S Kuad	1	0.025878	0.025878	370	**	4.54	8.68
S Kub	1	0.000276	0.000276	3.9375	tn	4.54	8.68
W	3	0.004734	0.001578	22.5	**	3.29	5.42
W Lin	1	0.004731	0	67.6	**	4.54	8.68
W Kuad	1	0.000	0.000	0.045	tn	4.54	8.68
W Kub	1	6.25E-07	6.25E-07	0.008929	tn	4.54	8.68
S x W	9	5.31E-05	5.9E-06	0.084325	tn	2.59	3.89
Galat	15	0.001	0.000				
Total	31	0.42502					

Keterangan

Fk = 490,628
 KK = 3%
 ** = sangat nyata
 * = Nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 5. Surat Izin Penelitian


MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS PERTANIAN

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/IAN-PT/Ak-Pg/PT/2024
 Pusat Administrasi: Jalan Muhtar Basri No. 3 Medan 20234 Telp. (061) 6623400 - 66234567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
 @ <https://faperta.umsu.ac.id> ✉ faperta@umsu.ac.id  [umsuamedan](#)  [umsuamedan](#)  [umsuamedan](#)  [umsuamedan](#)

Nomor : 334/TL.3.AU/UMSU-04/I/2025
 Lampiran :
 Hal : Permohonan Izin Melakukan
 Praktik Skripsi Mahasiswa

Medan, 17 Ramadhan 1446 H
 17 Maret 2025 M

SURAT NO	DISPOSISI
UNIT USAHA ADOLINA	
ASKEP TAN UTARA	
ASKEP TAN DELATAN	
ASKEP TAN BANGKUN PURBA	
MANJING KEPALA	
ASKEP TATA USAHA	
ASST NDM & UMSU	
PAPAM	
RESPONSOR/BNK3	

Kepada Yth.
 Manager PTP Nusantara IV Unit Usaha Adolina

di -
 Tempat

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan hormat, dalam rangka memenuhi kurikulum pendidikan tinggi di Fakultas Pertanian UMSU Medan, mahasiswa yang akan menyelesaikan studinya terlebih dahulu harus melakukan praktik skripsi.

Sehubungan dengan itu kami mohon kepada bapak untuk berkenan memberikan izin praktik skripsi dengan judul "Analisis pengaruh suhu dan waktu terhadap kualitas CPO di OST pada Pabrik PKS PTPN IV Adolina" yang dibimbing oleh: Bunga Raya Ketaren, S.P., M.Sc., Ph.D. bagi mahasiswa Fakultas Pertanian UMSU di bawah ini:

Nama : Diki Wahyudi
 NPM : 2004310029
 Semester/Jurusan : Ex VIII (Ex Delapan)/Teknologi Hasil Pertanian

Selanjutnya mengenai ketentuan – ketentuan yang diperlukan akan dipenuhi oleh mahasiswa yang bersangkutan sebagaimana mestinya.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan persetujuan yang diberikan kami ucapkan terima kasih. Akhirnya semoga selamatlah kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh




 Asst. Prof. Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si
 NIDN 0007067109

Tembusan :
 1. Yth. Wakil Rektor I UMSU di Medan
 2. Pertinggal.

Lampiran 6. Memo Izin Penelitian


PTPN IV Regional II
Kebun/Pabrik Adolina

MEMO

Dari : Manager

Kepada : Manula Kepala
di - Adolina,

Tanggal : April 2025

Nomor : ZADO / M. / IV / 2025

Lamp. : -

Hal : Izin Praktek

Sesuai surat dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Nomor : 334/TL3.AU/UMSU-04/9/2025, tgl. 17 Maret 2025 perihal tersebut diatas dengan ini disampaikan bahwa Mahasiswa/i Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Fak. Pertanian akan mengadakan Praktek di Kebun/Pabrik Adolina.

Nama Mahasiswa/i yang Praktek adalah :

♦ **DIKI WAHYUDI** NIM : 2004310029 BID : FAK. PERTANIAN

Jadwal dan objek Pra Penelitian sebagai berikut :

Tanggal	Program Studi	Pemhimbing
22 - April - 2025 s.d	FAKULTAS PERTANIAN	ASST. PENGOLAHAN
22 - Mei - 2025		

Selama melaksanakan Praktek harus mematuhi ketentuan yang berlaku di PTPN IV sbh :

1. Mematuhi Protokol Kesehatan
2. Sesuai biasa di tanggung oleh Mahasiswa/Siswa yang bersangkutan
3. Mematuhi peraturan dan ketentuan yang berlaku termasuk menjaga kerahasiaan Data
4. Selesai Magang diwajibkan melaporkan hasil Magang 1 (satu) set ke Kantor Pusat Medan Bagian SDM dan 1 (satu) set untuk PT Perkebunan Nusantara IV Kebun Adolina.
5. Hasil Magang tersebut hanya dipergunakan untuk kepentingan ilmiah pada Mahasiswa ybs
6. Jika terjadi kecelakaan terhadap peserta yang sedang melaksanakan PPI baik di dalam maupun di luar PTPN IV tidak menjadi tanggung jawab PTPN IV.
7. a. Untuk SMK/SMA/ sederajat agar memakai pakaian seragam sekolah dan sepatu
b. Bagi Mahasiswa agar memakai pakaian rapi, sopan, memakai sepatu dan tidak dibenarkan memakai jeans, jika mempunyai pakaian Alternatif agar dipakai
c. Bagi yang melanggar aturan tersebut maka Perusahaan memberikan sanksi dikeluarkan dari Magang.

Demikian agar maklum.


YUDHICHALEKAWO, ST
Manager

Tembusan :

1. Asst. Personalia Kebun
2. SMK3
3. UMSU
4. Peringgal

AKHLAK - Amanah, Kompeten, Harmonis, Loyal, Adaptif, Kolaboratif

Lampiran 7. Worksheet Analisis CPO Produksi

PT. Perkebunan Nusantara IV

WORKSHEET ANALISA MUTU MINYAK SAWIT PRODUKSI (TITRASI)

Tanggal : 22-04-2025
Shift : B

PUKUL	10		20		30		40		50		60		70		80		90		100	
	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	WTB	
KADAR ASAM LEMAK BEBAS																				
a. Berat Contoh	(gram)	3.1621	3.1135	3.0792	3.0481	3.0194	2.9921	2.9661	2.9413	2.9176	2.8950	2.8734	2.8527	2.8329	2.8139	2.7956	2.7780	2.7611	2.7448	2.7291
b. Volume Titrasi	(ml)	2.4	4.57	4.21	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28	4.28
c. Normalitet KOH/NaOH	(N)	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040	0.0040
Asam Lemak Bebas	(%)	3.119	3.11	3.07	3.00	2.95	2.91	2.87	2.83	2.79	2.75	2.71	2.67	2.63	2.59	2.55	2.51	2.47	2.43	2.39
KADAR AIR																				
a. Berat Cawan + Contoh	(gram)	12.1955	12.1216	12.0908	12.0453	12.0000	11.9545	11.9090	11.8635	11.8180	11.7725	11.7270	11.6815	11.6360	11.5905	11.5450	11.4995	11.4540	11.4085	11.3630
b. Berat Cawan Kosong	(gram)	4.42016	4.4179	4.4157	4.4135	4.4113	4.4091	4.4069	4.4047	4.4025	4.4003	4.3981	4.3959	4.3937	4.3915	4.3893	4.3871	4.3849	4.3827	4.3805
c. Berat Contoh	(gram)	10.204	10.176	10.144	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132
Setelah Pengeringan																				
d. Berat Cawan + Contoh Kering	(gram)	12.1955	12.1216	12.0908	12.0453	12.0000	11.9545	11.9090	11.8635	11.8180	11.7725	11.7270	11.6815	11.6360	11.5905	11.5450	11.4995	11.4540	11.4085	11.3630
e. Berat Air = a - d	(gram)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
% Kadar Air = e : a x 100%	(%)	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KADAR KOTORAN																				
a. Berat Contoh	(gram)	10.204	10.176	10.144	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132
b. Gach Filter + Kotoran	(gram)	10.204	10.176	10.144	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132
c. Gach Filter Kosong	(gram)	10.204	10.176	10.144	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132	10.132
d. Kotoran = b - c	(gram)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
% Kotoran = d : a x 100 %		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Diperiksa Oleh,
Asisten Quality Assurance

Dilaporkan Oleh,
Analisis Laboratorium

Lampiran 8. Lokasi Penelitian



Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian

Pengambilan Sampel CPO Produksi



Pengujian Sampel CPO Produksi

