



**ANALISA KEHILANGAN MINYAK (OIL LOSSES) PADA PROSES PRODUKSI  
DI PABRIK KELAPA SAWIT**

**ANALYSIS OF OIL LOSSES IN THE PRODUCTION PROCESS AT A PALM OIL  
MILL**

**Mhd Ahyar Saukani<sup>1)</sup>, Siti Nur Apriyanti<sup>2)</sup>, Revaldo Butar-Butar<sup>3)</sup>, Emy Fadillah  
Manurung<sup>4)</sup>, Pramono Dimas Dwi Putra<sup>5)</sup> Pada Mulia Raja<sup>6)\*</sup>, Heri Purwanto<sup>7)</sup>,  
Zakwan<sup>8)</sup>, Rahimah<sup>9)</sup>**

<sup>1,2,3,4,5,6,8)</sup>Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Fakultas Vokasi, Institut  
Teknologi Sawit Indonesia, Indonesia

<sup>7,9)</sup>Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Indonesia

\*Corresponding Email : [padamuliaraja@gmail.com](mailto:padamuliaraja@gmail.com)

**Abstract**

*Oil losses in crude palm oil (CPO) production significantly impact process efficiency and industrial profitability. This study analyzes the causes and extent of oil losses at various processing stages, including empty fruit bunches, pressed fiber, nuts, and liquid effluent, using Soxhlet extraction with n-hexane solvent. Results indicate that while total oil losses remain within acceptable limits, certain components such as empty fruit bunches and liquid effluent exceed standard thresholds. Key contributing factors include raw material quality (underripe or residual fruit), equipment inefficiencies (such as digester maceration and centrifuge separation), and operational errors. The Soxhlet extraction method proved effective in measuring oil losses due to its ability to separate compounds based on density differences without damaging oil components. This study recommends improvements in sterilization processes, equipment optimization, and enhanced operational monitoring to reduce oil losses. The findings provide valuable insights for the industry to enhance production efficiency and minimize economic losses.*

**Keywords:** *oil losses, Soxhlet extraction, palm oil waste.*

**How to Cite:** Saukani, M.A., Apriyanti, S.N., Revaldo, B.B., Manurung, E.F., Putra, P.D.D., Raja, P.M., Purwanto, H., Zakwan & Rahimah (2025). Analisa Kehilangan Minyak (*Oil Losses*) di Pabrik Kelapa Sawit. Jurnal Agro Febrica Vol.7 (1) : 84 – 94.

**1. PENDAHULUAN**

Perkebunan kelapa sawit merupakan penghasil utama tandan buah segar (TBS), yang merupakan bahan baku dalam produksi minyak sawit mentah (CPO) serta berbagai produk turunannya (Abdul, 2022). TBS

memiliki karakteristik fisiologis yang sensitif dan mudah mengalami degradasi pascapanen, sehingga diperlukan penanganan dan pengolahan yang cepat. Untuk mempertahankan kualitas dan menghindari kehilangan kandungan minyak, TBS idealnya

harus diproses dalam waktu kurang dari 48 jam setelah dipanen. Tingkat produktivitas tanaman kelapa sawit yang relatif tinggi menjadikannya sebagai komoditas minyak nabati yang kompetitif, dengan aplikasi luas di berbagai sektor industri, seperti pangan, kosmetik, farmasi, biofuel, dan biodiesel (Sari, 2021).

Sebagai komoditas strategis nasional, kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) telah menunjukkan perkembangan signifikan di Indonesia menurut (Nabila, 2023). Dengan produksi utama berupa *crude palm oil* (CPO) yang terkonsentrasi di wilayah Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Industri ini juga menghasilkan berbagai jenis limbah, termasuk tandan kosong, cangkang, dan serat sebagai limbah padat, serta limbah cair dalam volume besar (Andi Haryanti, 2014).

Minyak kelapa sawit mentah (*Crude Palm Oil* atau CPO) merupakan minyak nabati yang diperoleh melalui ekstraksi mesokarp, yaitu bagian daging dan serabut buah kelapa sawit, khususnya dari spesies *Elaeis guineensis* (Devani, 2014). CPO memiliki karakteristik kandungan asam lemak jenuh tinggi dalam bentuk trigliserida (ester gliserol), dimana selama pemrosesannya rentan mengalami degradasi oksidatif yang menurunkan kualitas. Untuk mengoptimalkan produksi, industri sawit menerapkan manajemen khusus guna meminimalkan *oil losses* yang potensial terjadi di berbagai unit proses, meliputi: kondensat sterilisasi, ampas

serat hasil press, dan sludge hasil klarifikasi, yang secara kumulatif dapat mengurangi rendemen akhir. Tingkat kehilangan minyak yang tinggi tidak hanya menurunkan efisiensi produksi tetapi juga menyebabkan kerugian ekonomi, yang sering kali disebabkan oleh keterbatasan kapasitas dan desain peralatan yang tidak optimal (Mohd Nadzim, 2020).

Dalam industri pengolahan kelapa sawit, fenomena *oil losses* merupakan kejadian yang wajar terjadi, dimana sejumlah minyak yang seharusnya dapat diekstraksi secara optimal justru tidak tertangkap akibat berbagai faktor teknis dan operasional selama proses produksi. Sebagian dari minyak yang hilang ini terbuang bersama limbah padat seperti serat (fiber) yang digunakan sebagai bahan bakar di boiler (Anyaocha, 2020). Untuk mengukur tingkat kehilangan minyak, metode ekstraksi pelarut seperti soklet sering digunakan. Metode ini melibatkan pemisahan komponen minyak dari campuran padat-cair dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Namun, pemisahan ini dapat menjadi sulit karena adanya kelarutan antara komponen, sensitivitas terhadap panas, dan perbedaan karakter fisik yang kecil antara zat penyusun campuran (Utomo, 2016).

Metode ekstraksi sokhlet merupakan teknik pemisahan senyawa target dari matriks padatan dengan memanfaatkan sirkulasi pelarut organik secara berkesinambungan. Pada prinsip kerjanya, pelarut akan mengalami proses refluks berulang sehingga

secara progresif melarutkan dan mengakumulasi senyawa yang diinginkan ke dalam labu penampung. Teknik ini memungkinkan efisiensi penggunaan pelarut karena dapat digunakan kembali dalam beberapa siklus ekstraksi. Selain itu, senyawa hasil ekstraksi tidak mengalami penguapan selama pemanasan, karena suhu refluks dijaga di bawah titik didih senyawa tersebut, sehingga menjaga kestabilan dan integritas senyawa yang diekstrak (Hirondart, 2020).

Selanjutnya, penelitian ini akan merumuskan berbagai strategi dan langkah-langkah yang dapat diterapkan secara optimal untuk meminimalkan tingkat kehilangan minyak pada setiap sampel yang dianalisis secara menyeluruh.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan dan Alat

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ampas press (*press fiber*), brondolan tandan kosong (*empty bunch*), dan biji sawit (*nut*), dan limbah cair akhir proses (*final effluent*). Bahan pelarut n-heksana, NaOH 0,1 M dan indikator pp 1%.

Adapun alat-alat yang digunakan diantaranya cawan kristalisasi (*crystallizing dish*), cawan penguapan (*evaporating dish*), desikator, timbangan analitik, labu alas datar (*flat bottom flask*), oven, dan alat ekstraksi Soxhlet.

### 2.5 Tahapan Penelitian

#### a) Preparasi sampel

Adapun preparasi yang dilakukan yaitu pengambilan sampel langsung dari area produksi setiap 2 jam sejak proses dimulai. Kemudian dikemas dalam kantong plastik kedap udara berlabel lengkap (kode identifikasi, waktu, lokasi, batch) untuk pengujian.

#### b) Ekstraksi minyak dari sampel

Ekstraksi minyak dari sampel dilakukan dengan metode Soxhlet berdasarkan jenis sampel yang terdiri dari bahan padat dan cair.

##### 1. Bahan Padat

Proses diawali dengan menimbang dan memberi label pada *crystallizing dish* kosong, kemudian mencatat beratnya. Sebanyak 10 gram sampel dimasukkan ke dalam *crystallizing dish* dan dikeringkan dalam oven pada suhu 135°C selama  $\pm 2$  jam. Sampel yang telah dikeringkan didinginkan dalam desikator sebelum ditimbang dan dicatat berat keringnya. Sampel kemudian dibungkus dengan tisu, dimasukkan ke dalam *paper thimble*, dan diekstraksi menggunakan alat Soxhlet. Sebelum ekstraksi, *flask bottom* kosong ditimbang dan diberi label. Proses ekstraksi dengan menambahkan heksan sebanyak  $\frac{3}{4}$  volume *flask bottom* dan memanaskan selama  $\pm 4$  jam hingga minyak terekstrak sempurna. Setelah pemisahan heksan, minyak dikeringkan dalam oven selama  $\pm 1$  jam, didinginkan,

kemudian ditimbang untuk menentukan berat minyak yang terekstrak.

## 2. Bahan Cair

Prosedur diawali dengan menimbang dan memberi label pada evaporating dish kosong, lalu mencatat beratnya. Sebanyak 20 gram sampel cair dimasukkan ke dalam evaporating dish dan dikeringkan dalam oven pada suhu 135°C selama ±4 jam. Sampel yang telah dikeringkan didinginkan, ditimbang, dan dicatat berat keringnya. Selanjutnya, sampel dibungkus dengan tisu, dimasukkan ke dalam paper thimble, dan diekstraksi menggunakan alat Soxhlet dengan prosedur yang sama seperti pada bahan padat: menimbang flask bottom kosong, menambahkan heksan, melakukan ekstraksi selama ±4 jam, memisahkan heksan, mengeringkan minyak dalam oven selama ±1 jam, mendinginkan, lalu menimbang dan mencatat berat minyak yang terekstrak.

### c) Perhitungan Kehilangan Minyak

$$\% \text{ Oil Losses} = \% \text{ O/WM} \times \% \text{ MB}$$

Keterangan:

$$\% \text{ OWM} = \frac{\text{Berat sampel kering} - \text{berat botol flasck botom}}{\text{Berat sampel basah}} \%$$

$\% \text{ MB} = \% \text{ material balance}$  dari masing-masing jenis sampel (tandan kosong : 22%; biji/nut : 12%; *final effluent* : 60%; *pressed fibre* : 12%). Berat sampel basah = Berat wadah + sampel basah – berat wadah kosong. Berat sampel kering = Berat wadah + sampel.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.3 Hasil Analisa Titik Losis

*Oil losses* merujuk pada volume minyak sawit yang tidak tertangkap selama proses pengolahan, padahal secara teoritis dapat diekstraksi. Fenomena ini terjadi pada berbagai tahap produksi dan menjadi indikator efisiensi ekstraksi, dimana semakin tinggi nilainya menunjukkan semakin besar potensi minyak yang terbuang. Kondisi ini dapat berdampak pada rendahnya efisiensi proses produksi dan berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi bagi perusahaan pengolahan kelapa sawit (Nurrahman, 2021).

Hasil pengamatan yang didapatkan dapat dengan margin yang tidak terlalu signifikan. Nilai *oil losses* yang berbeda disebabkan dilihat pada Tabel 1.

**Table 1.** Data Pengambilan Losses di Pabrik Kelapa Sawit

NO	Waktu	Sampel Oil Losses								Total
	Pengambilan	Empty Bunch		Press Fibre		NUT		Final Effluent		losses /TBS
	Sampel	(<2)	(0,44)	(<4)	(0,52)	(<0,80)	(0,10)	(<0,50)	(0,35)	
	(Hari)	%	%	%	%	%	%	%	%	
1	1	2,47	0,345	3,88	0,504	0,56	0,073	0,44	0,244	1,16
2	2	2,11	0,295	3,74	0,486	0,55	0,072	0,42	0,233	1,08
3	3	2,17	0,304	3,78	0,491	0,54	0,07	0,37	0,205	1,07
4	4	2,52	0,353	3,65	0,475	0,46	0,06	0,33	0,183	1,07
5	5	2,193	0,307	3,765	0,489	0,47	0,061	0,389	0,216	1,07
6	6	2,18	0,305	3,58	0,465	0,62	0,081	0,36	0,2	1,05
7	7	2,22	0,311	3,75	0,488	0,58	0,075	0,35	0,194	1,06
8	8	2,33	0,326	3,93	0,511	0,53	0,069	0,34	0,189	1,09
9	9	2,19	0,307	3,63	0,472	0,41	0,053	0,34	0,189	1,02
10	10	2,2	0,308	3,71	0,482	0,38	0,049	0,36	0,2	1,03
11	11	2,46	0,344	3,74	0,486	0,26	0,034	0,34	0,189	1,05
12	12	2,09	0,293	3,78	0,491	0,49	0,064	0,37	0,205	1,05
13	13	2,22	0,311	3,89	0,506	0,47	0,061	0,3	0,167	1,04
14	14	2,11	0,295	3,34	0,434	0,51	0,066	0,37	0,205	1
15	15	2,03	0,284	3,88	0,504	0,38	0,049	0,4	0,222	1,05
16	16	2,55	0,357	3,75	0,488	0,52	0,068	0,33	0,183	1,09
17	17	2,19	0,307	3,92	0,51	0,36	0,047	0,35	0,194	1,05
18	18	2,26	0,316	4,11	0,534	0,51	0,066	0,3	0,167	1,08
19	19	2,22	0,311	3,9	0,507	0,63	0,082	0,31	0,172	1,07
20	20	2,21	0,309	3,73	0,485	0,34	0,044	0,38	0,211	1,04
21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	22	2	0,28	3,78	0,503	0,29	0,038	0,27	0,15	0,97
23	23	2,17	0,304	3,67	0,477	0,3	0,039	0,53	0,294	1,11
24	24	2,32	0,325	3,83	0,98	0,48	0,062	0,45	0,25	1,61
Rata Rata										1,03

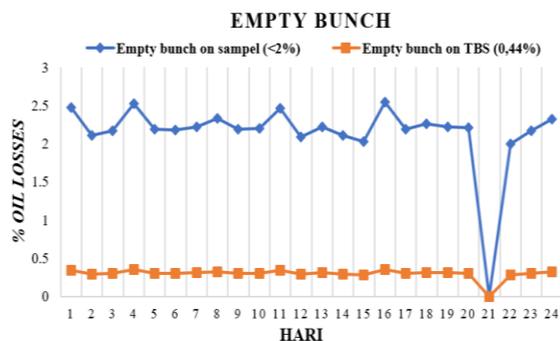
Berdasarkan data pada Tabel 1, total keterikatan minyak pada masing-masing losses produksi secara keseluruhan masih bahan berbeda, sehingga minyak yang tersisa berada di bawah standar yang ditetapkan, bervariasi kadarnya (Hikmawan dkk., 2020). menunjukkan bahwa kondisi produksi masih Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun dalam batas terkendali dan telah memenuhi performa produksi secara umum sudah persyaratan kualitas pelanggan, meskipun memadai, masih diperlukan perhatian khusus

terhadap ketiga parameter tersebut untuk lebih mengoptimalkan proses produksi dan meminimalkan losses secara keseluruhan.

#### a. *Empty Bunch* (%)

Tandan kosong (*empty bunch*) adalah limbah padat yang dihasilkan setelah proses perontokan (*threshing*) buah sawit dari tandan. Secara fisik, tandan kosong memiliki struktur berserat yang mempengaruhi karakteristiknya dalam pengolahan limbah dan pemanfaatan lebih lanjut. Karakteristik ini penting untuk dipahami guna meningkatkan efisiensi pengolahan dan pengelolaan limbah di industri kelapa sawit (Maarasyid, 2023).

Dari hasil uji *oil losses* dengan sampel *empty bunch* dapat dilihat pada grafik. tinggi akan mempengaruhi hasil rendemen.



**Gambar 1.** *Oil Losses* (%) versus waktu pengambilan sampel (hari) pada *empty bunch*

Faktor Penyebab Tingginya *Oil Losses* pada *Empty Bunch*:

#### 1. Faktor Bahan Baku

Buah restan (tandan tersisa) yang masih tercampur dalam proses produksi menyebabkan penyerapan minyak

berlebih pada janjangan, diperparah oleh kondisi buah yang terkena penyiraman berlebihan atau proses evaporasi tidak merata.

#### 2. Faktor Proses Sterilisasi

Keseragaman waktu perebusan 90 menit untuk buah restan dan fresh menyebabkan ketidakefektifan proses, dimana buah restan yang seharusnya mendapat perlakuan khusus justru diperlakukan sama dengan buah fresh sehingga meningkatkan *oil losses*.

Meskipun jumlah brondolan dalam kondisi normal, kehilangan minyak (*oil losses*) pada tandan kosong tetap terjadi. Minyak yang teradsorpsi oleh tandan terutama berasal dari spiklet brondolan yang telah mengalami proses sterilisasi. Selama perebusan di stasiun sterilizer dengan kondisi operasional tekanan dan suhu tinggi, terjadi penurunan viskositas minyak. Fenomena ini memfasilitasi migrasi minyak dari spiklet ke janjangan, meskipun dalam volume yang relatif kecil (Mahyunis, 2015).

Kulit brondolan berperan melindungi minyak dalam mesokarp selama perebusan. Namun, bila terjadi kerusakan fisik pada kulit, viskositas minyak dapat menurun, menyebabkan terbentuknya emulsi antara air dan minyak yang sulit dipisahkan. Kondisi ini menyebabkan migrasi minyak dari daging buah yang kemudian terserap oleh janjangan,

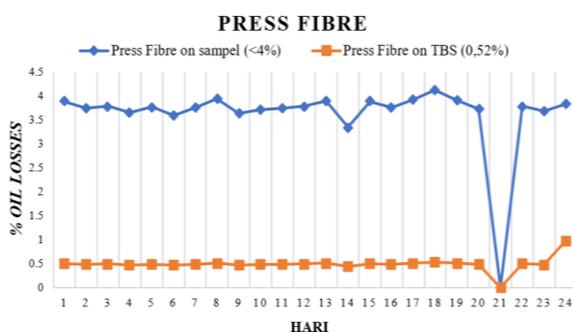
sehingga meningkatkan *oil losses* pada tandan kosong. (Yunos, 2015).

Selain itu, buah restan—yaitu buah yang baru diolah setelah disimpan satu hari atau lebih—dapat meningkatkan *oil losses*. Selama penyimpanan, kandungan air dalam tandan berkurang dan menyebabkan serabut tandan mengering dan membentuk rongga udara. Ketika tandan direbus, serabut kering ini akan menyerap lebih banyak air, memperbesar potensi hilangnya minyak. Oleh karena itu, pengelolaan buah restan perlu dikendalikan secara ketat oleh pabrik setiap hari untuk meminimalkan potensi kerugian (Rantawi, 2017).

### b. Press Fiber

Press Fibre merupakan hasil pemisahan mesocarp menjadi serat (fiber) dari nut selama proses pengepresan. Proses ini merupakan tahap kritis dalam ekstraksi minyak sawit.

Hasil pengukuran *oil losses* dari sampel nut tersebut secara visual dapat diamati melalui grafik yang disajikan.



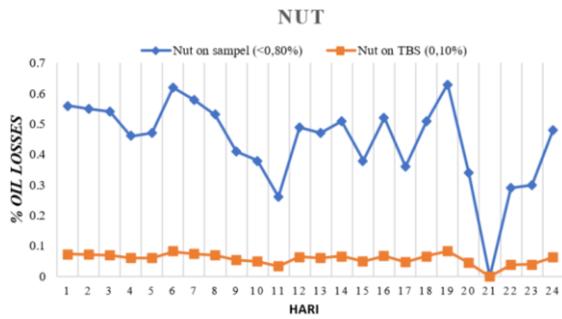
**Gambar 2.** Oil Losses (%) versus waktu pengambilan sampel (hari) pada *press fibre*

Berdasarkan grafik tersebut, teramati bahwa persentase *oil losses* pada press fibre masih melebihi standar yang ditetapkan di Pabrik Kelapa Sawit, yaitu <4% untuk sampel press fibre. Adapun faktor-faktor yang berkontribusi terhadap tingginya *oil losses* pada press fibre adalah sebagai berikut:

1. Faktor Bahan Baku : Buah dengan fraksi mentah menyebabkan kesulitan dalam pengadukan digester, sehingga proses pengempaan menjadi kurang optimal dan menyisakan minyak dalam ampas.
2. Faktor Peralatan : Ketidaktepatan proses pelumatan dalam digester, terutama ketika kapasitas umpan digester kurang dari  $\frac{3}{4}$ , mengakibatkan pelumatan yang tidak merata.
3. Faktor Sumber Daya Manusia : Kurangnya frekuensi pengecekan dan pengawasan selama proses produksi turut memengaruhi efisiensi ekstraksi minyak.

### c. Nut

NUT (Nut) merupakan salah satu bagian penyusun Tandan Buah Segar (TBS) yang turut dianalisis dalam pengujian *oil losses*. Pada penelitian ini, spesimen yang diuji khusus berupa bagian cangkang nut. Hasil pengukuran *oil losses* dari sampel nut tersebut secara visual dapat diamati melalui grafik yang disajikan.



**Gambar 3.** Oil Losses (%) versus waktu pengambilan sampel (hari) pada nut

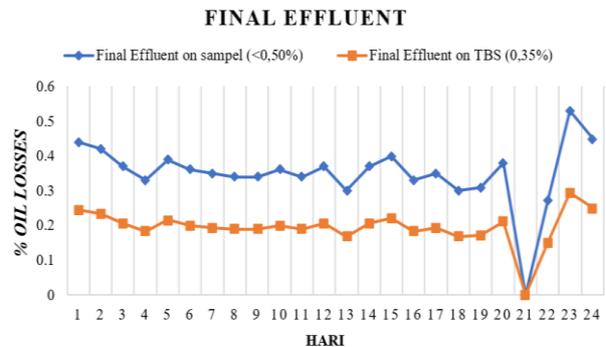
Walaupun presentasi *oil losses* pada cangkang (nut) masih memenuhi standar yang berlaku, beberapa faktor potensial dapat menyebabkan peningkatan kehilangan minyak pada nut, di antaranya:

1. Faktor Bahan Baku: Buah kelapa sawit dengan tingkat kematangan tidak optimal menyebabkan kesulitan dalam pengadukan digester. Kondisi ini mengurangi efektivitas proses pengempaan, sehingga minyak tetap terperangkap dalam ampas dan biji.
2. Faktor Peralatan: Ketidakefektifan proses pencacahan dan pelumatan di digester mengakibatkan daging buah tidak terpisah sempurna dari biji. Akibatnya, proses pengempaan menjadi kurang efisien dan menyisakan minyak dalam ampas serta biji (Mohd Nadzim, 2020).
3. Faktor Sumber Daya Manusia (SDM): Kurangnya pengawasan dan pemeriksaan rutin dalam proses produksi dapat menyebabkan tingginya kadar nut pecah. Hal ini terutama dipengaruhi oleh

beberapa faktor, seperti proses perebusan yang tidak sempurna, tekanan press yang tidak optimal (baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah), serta ketidaksesuaian kerapatan cone dan press cage. Kondisi-kondisi ini secara signifikan menurunkan efisiensi ekstraksi minyak. Selain itu, tekanan hidrolik yang tidak stabil dapat memicu peningkatan kadar inti pecah dan menghasilkan ampas press yang basah. Kedua faktor tersebut secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan *oil losses* dalam proses produksi (Hikmawan, 2020).

#### d. Final Effluent

Hasil analisis *oil losses* dari sampel final effluent ditampilkan secara visual dalam grafik di bawah ini:



**Gambar 4.** Oil Losses (%) versus waktu pengambilan sampel (hari) pada Final Effluent

Menurut grafik di atas, tingkat kehilangan minyak (*oil losses*) di Final Effluent (sludge) masih melebihi batas standar yang ditentukan Pabrik Kelapa Sawit, yaitu *oil losses* pada NUT <0,50%. Beberapa penyebab

yang memengaruhi tingginya *oil losses* pada Final Effluent meliputi:

1. Faktor Peralatan: Efisiensi kerja alat centrifuge yang rendah dapat menyebabkan peningkatan *oil losses* pada Final Effluent. Masalah seperti penyumbatan pada nozzle akibat residu pasir dan kebocoran pipa pada centrifuge dapat mengganggu proses pemisahan minyak secara optimal. Selain itu, teknologi pemulihan minyak akhir yang kurang efektif juga dapat berkontribusi terhadap kehilangan minyak yang signifikan.
2. Faktor Sumber Daya Manusia (SDM): Kurangnya rutinitas dalam pengambilan minyak dari bak penampungan Final Effluent dapat menyebabkan akumulasi minyak yang tidak tertangani, sehingga meningkatkan *oil losses*. Kedisiplinan dan konsistensi dalam pelaksanaan prosedur operasional sangat penting untuk meminimalkan kehilangan minyak.

Limbah cair dihasilkan dari sisa pemisahan di fat fit, yang kemudian dipompa menuju kolam limbah. Sebelumnya, limbah panas akan dialirkan terlebih dahulu ke kolam pertama, yaitu cooling pond, untuk menurunkan suhunya hingga mencapai suhu ruang. Hal ini diperlukan karena limbah yang keluar dari fat fit memiliki suhu sekitar 70°C.

Fat Pit merupakan unit penampungan yang dirancang untuk memisahkan minyak dari sludge sebelum dialirkan ke kolam limbah (Loh, 2013). Proses ini melibatkan pemanasan sludge hingga suhu 80–95°C, memungkinkan minyak kotor mengapung dan dikembalikan ke Continuous Settling Tank (CST), sementara fraksi bawah yang mengandung air dan kotoran dialirkan ke kolam limbah. Efektivitas Fat Pit sangat bergantung pada suhu operasi; suhu yang tidak mencapai standar dapat menghambat pemisahan minyak, air, dan kotoran secara optimal, sehingga meningkatkan kehilangan minyak (*oil losses*) (Wu., 2010). Selain itu, tingginya rasio minyak terhadap kotoran dalam sludge dapat mengurangi efisiensi pemisahan, menyebabkan lebih banyak minyak terbuang ke kolam limbah. Oleh karena itu, pemantauan suhu dan kualitas sludge sangat penting untuk meminimalkan *oil losses* dalam proses klarifikasi minyak sawit (Sitorus, 2020).

#### 4. KESIMPULAN

Temuan penelitian ini mengungkapkan bahwa tingginya angka kehilangan minyak dipengaruhi oleh tiga faktor utama yang saling terkait :

1. Aspek bahan baku seperti kualitas buah dan tingkat kematangan.
2. Faktor teknis berupa kinerja dan kondisi peralatan proses.

3. Sumber Daya Manusia yang mencakup keterampilan operator dan konsistensi dalam penerapan prosedur operasional.

Interaksi kompleks antara ketiga faktor inilah yang menentukan besarnya oil losses pada setiap tahapan produksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, I., Wulan Sari, D., Haryanto, T., & Win, T. (2022). Analysis of factors affecting the technical inefficiency on Indonesian palm oil plantation. *Scientific Reports*, *12*(1), 1–9.
- Andi Haryanti, Norsamsi, Putri Suci Fanny Sholiha, N. P. P. (2014). Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Konversi*, *3*(2), 20–29.
- Anyaocha, K. E., Sakrabani, R., Patchigolla, K., & Mouazen, A. M. (2020). Co-gasification of oil palm biomass in a pilot scale downdraft gasifier. *Energy Reports*, *6*(July), 1888–1896.
- Devani, V., & Marwiji. (2014). Analisis Kehilangan Minyak Pada *Crude Palm Oil* (CPO) dengan Menggunakan Metode Statistical Process Control. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, *13*(1), 28–42.
- Hikmawan, O., Naufa, M., & Tarigan, E. A. (2020). Kelapa Sawit Terhadap Kehilangan Minyak Dalam Ampas Press the Effect of Pressure in the Screw Press Station of Palm Oil. *Agrohorti*, *2*(1), 36–43.
- Hirondart, M., Rombaut, N., Fabiano-Tixier, A. S., Bily, A., & Chemat, Fga. (2020). Comparison between pressurized liquid extraction and conventional Soxhlet extraction for rosemary antioxidants, yield, composition, and environmental footprint. *Foods*, *9*(5).
- Loh, S. K., Palm, M., Board, O., Ngatiman, M., Palm, M., Board, O., Soon, L. W., Palm, M., & Board, O. (2013). Zero Discharge Treatment Technology. *Journal of Oil Palm Research*, *25*(3), 273–281.
- Maarasyid, C., Idayu, I., Zulfansyah, Israyandi, Legawati, L., Ermal, D. A. S., Rawadi, R., Olivia, C., Fitri, S. A., & Aderiani, S. (2023). Potensi Tandan Kosong Sawit sebagai Bahan Bakar Padat: Analisis Degradasi Termal. *Jurnal Surya Teknik*, *10*(2), 875–879.
- Mahyunis. Arnold. Hermanto. (2015). Pengaruh Lama Waktu Perebusan Terhadap Sifat Kuat Tekan Dan. *Jurnal AGRO ESTATE*, Vol. VI No(December 2015), 128–144.
- Mohd Nadzim, U. K. H., Yunus, R., Omar, R., & Lim, B. Y. (2020). Factors Contributing to Oil Losses in Crude Palm Oil Production Process in Malaysia: A Review. *International Journal of Biomass and Renewables*, *9*(1), 10.
- Nabila, R., Hidayat, W., Haryanto, A., Hasanudin, U., Iryani, D. A., Lee, S., Kim, S., Kim, S., Chun, D., Choi, H., Im, H., Lim, J., Kim, K., Jun, D., Moon, J., & Yoo, J. (2023). Oil palm biomass in

- Indonesia: Thermochemical upgrading and its utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 176(June 2022), 113193.
- Nurrahman, A., Permana, E., & Musdalifah, A. (2021). Analisa Kehilangan Minyak (Oil Losses) Pada Proses Produksi Di Pt X. *Jurnal Daur Lingkungan*, 4(2), 59.
- Rantawi, A. B. (2017). *Pengaruh Kualitas Buah Yang Diolah erhadap Daya Serap Janjangan Kosong Dengan Variabel Brondolan*. IX(3), 223–228.
- Sari, D. W., Islamiya, H. A. T., Restikasari, W., & Salmah, E. (2021). The Source of Output Growth: Productivity Performance in the Indonesian Crude Palm Oil Industry. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 56(2), 405–418.
- Sitorus, Y. R., & Mardina, V. (2020). Karakteristik Kimia dari Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit PTPN Y. *Jurnal EnviScience*, 4(2), 58–66.
- Utomo, S. (2016). *Pengaruh Konsentrasi Pelarut (n-Heksana) terhadap Rendemen Hasil Ekstraksi Minyak Biji Alpukat untuk Pembuatan Krim Pelembab Kulit (Suratmin Utomo )*. 5–8.
- Wu, T. Y., Mohammad, A. W., Jahim, J. M., & Anuar, N. (2010). Pollution control technologies for the treatment of palm oil mill effluent (POME) through end-of-pipe processes. *Journal of Environmental Management*, 91(7), 1467–1490.
- Yunos, N. S. H. M., Baharuddin, A. S., Md Yunos, K. F., Hafid, H. S., Busu, Z., Mokhtar, M. N., Sulaiman, A., & Som, A. M. (2015). The physicochemical characteristics of residual oil and fibers from oil palm empty fruit bunches. *BioResources*, 10(1), 14–29.