

ANALISIS PROSES PENGOLAHAN BUAH KELAPA SAWIT MENJADI *CRUDE PALM OIL* DI PT. SEDJAHTERA INDO AGRO BUKIT AJONG FACTORY KABUPATEN SANGGAU

ANALYSIS OF PROCESSING PALM OIL FRUIT INTO CRUDE PALM OIL AT PT. SEDJAHTERA INDO AGRO BUKIT AJONG FACTORY, SANGGAU DISTRICT

Karolina Maret Lorenza , Kornelia Ratna , Zuhdi Ma'sum
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungga Dewi, Jl. Telaga Warna Blok
A, Tlogomas, Kota Malang, Provinsi Jawa Timur, Indonesia
E-mail: zuhdimasum49@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari kegiatan ini adalah analisis proses yang mempengaruhi ketidakstabilan persen kadar asam lemak bebas pada *Crude Palm Oil* di PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory. Metode analisis dilakukan dengan menentukan rata-rata, nilai tengah, simpangan baku, dan varians dari kadar asam lemak bebas yang dihasilkan. Perhitungan kadar asam lemak bebas dilakukan dengan titrasi menggunakan 0,1N NaOH dengan indikator *Phenolphthalein*. Kegiatan dilakukan selama tiga belas minggu di PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory. Hasil analisa 461 sampel didapatkan bahwa persen rata-rata kadar asam lemak bebas adalah 3,76% dengan *median* 3,95. Nilai varian 0,05 dengan simpangan baku 0,17. Faktor penyebab tidak stabilnya kadar asam lemak bebas karena Operasi pabrik yang tidak kontinyu dan sering berhenti beroperasi. Jika itu terjadi dalam waktu yang lama maka kadar asam lemak bebas akan meningkat. Namun demikian, CPO yang dihasilkan masih memenuhi SNI dimana rata-rata kadar FFA perminggu 2-5%.

Kata kunci (Crude Palm Oil, asam lemak bebas, analisis, suhu, kondisi operasi.)

Abstract

An analysis of the production process needs to be done at PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory. The method was determining the average, median, standard deviation, and variance free fatty acid content of production. Free fatty acid levels was titrated by 0.1N NaOH and Phenolphthalein as an indicator. The results of the analysis of 461 samples found that the average percent free fatty acid content was 3.76% with a median of 3.95. The variance value is 0.05 with a standard deviation of 0.17. The factors causing unstable levels of free fatty acids is due to non-continuous factory operations and frequent stoppages of operations. If that happens for a long time, the free fatty acid levels will increase as a result of the increase in temperature in the tank. However, the CPO produced still meets the SNI where the average FFA content per week is 2-5%.

Keywords: *Crude Palm Oil, free fatty acids, analysis, temperature, operating conditions.*

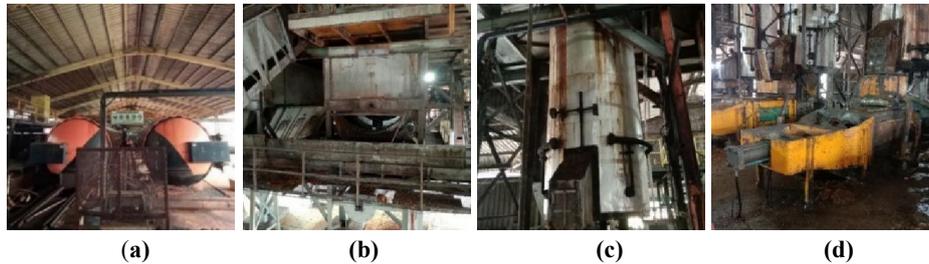
Pendahuluan

Penurunan kualitas CPO (*Crude Palm Oil*) umumnya disebabkan oleh peningkatan kadar asam lemak bebas atau *Free Fatty Acid* (FFA). Minyak dengan asam lemak tinggi diketahui lebih cepat mengalami oksidasi dan menimbulkan aroma tengik serta perubahan rasa dan warna.[1]. Salah satu faktor penyebab meningkatnya kadar asam lemak bebas selama proses produksi dapat terjadi sejak proses pemanenan, pengangkutan dan juga penimbunan. Proses produksi seperti kerusakan alat, lambatnya bahan baku, dan juga lamanya penyimpanan akibat menurunnya permintaan turut mempengaruhi kerusakan minyak.

Faktor utama meningkatnya kadar asam lemak bebas adalah kenaikan suhu minyak. Penelitian mengenai pengaruh suhu dan lama pemanasan terhadap kerusakan minyak kelapa menunjukkan bahwa bahwa angka asam menurun dengan naiknya suhu pemanasan dan sebaliknya kenaikan angka asam akan terjadi jika waktu pemanasan semakin lama. [2]. Demikian juga dengan persentase air, dan lama penyimpanan. Pada suhu 28°C, rendemen minyak akan tinggi. Begitu juga dengan semakin tinggi suhu reaksi maka nilai asam lemak bebas (ALB) yang dihasilkan semakin rendah, dimana pada suhu 60°C menghasilkan rendemen paling rendah dibandingkan dengan suhu-suhu yang lain (55 °C, 50 °C) yaitu dengan nilai asam lemak bebas (ALB) 2.5% pada penyimpanan 8 jam, 3.3% pada penyimpanan 16 jam dan 5.1% pada penyimpanan 24 jam [3]. PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory atau dulu dikenal dengan PT. Sime Indo Agro (PT.SIA), adalah salah satu penghasil *crude palm oil* (CPO) besar di wilayah kalimantan. Standar mutu *Crude Palm Oil* (CPO)

yang diterapkan pada industri ini mengikuti SNI-01-2901-2006 dimana kadar air dan kadar kotoran adalah 0,5% sedangkan kadar asam lemak bebas 5,0%. Sedangkan untuk standar kadar asam lemak bebas PT. Sedjahtera Indo Agro PKS berusaha memenuhi permintaan pasar dimana kadar asam lemak bebasnya berkisar 3,50%. Bisa dikatakan bahwa kadar asam lemak bebas pada CPO yang diproduksi oleh pabrik ini sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia. Namun demikian dalam proses produksi, persen kadar lemak bebas ini seringkali bervariasi. Hal ini menimbulkan resiko dimana standar kadar lemak bebas ini tidak terpenuhi selama proses. Tujuan dari penelitian ini adalah mengurangi resiko standar yang tidak terpenuhi dalam proses produksi. Tujuan ini dicapai dengan menerapkan metode analisa kadar FFA pada *Oil Tank*. Dengan kontrol yang baik pada proses produksi maka diharapkan kualitas minyak yang dihasilkan akan semakin terpercaya dan pada akhirnya akan meningkatkan nilai jual produk PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory[4].

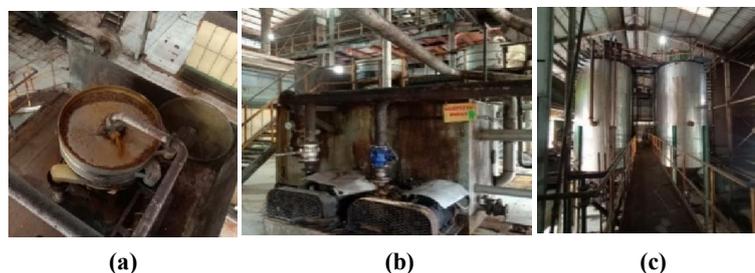
Teori



Gambar 1. Tahap awal pengolahan kelapa sawit terdiri dari empat proses yang diawali dengan a) *sterilizer* dilanjutkan dengan b) *Thresher*. Proses pengadukan dilakukan pada c) *Digester* dan dilanjutkan dengan ekstrak minyak pada alat d) *Screw press*.

Pada tahap awal pengolahan kelapa sawit terdiri dari empat proses 1) *steriliser*, 2) *Thresher*, 3) *Digester*, 4) *Pressing*. Keempat proses ini diawali dari pembersihan cangkang kelapa sawit hingga didapatkan minyak yang belum dimurnikan. Pada alat *steriliser* (Gambar 1.a) buah akan direbus menggunakan steam yang mengalir dengan tujuan Menghentikan kegiatan enzim penyebab hidrolisis minyak, memudahkan proses pemipilan pada *thresher*, memudahkan proses pelepasan minyak dari daging buah, dan terakhir memudahkan proses pelepasan inti sawit dari cangkangnya. *Thresher* (Gambar 1.b) berfungsi untuk melepaskan buah/brondolan dari janjangan dengan efek bantingan. *Digester* (Gambar 1.c) merupakan alat pengaduk berondolan yang berasal dari *thresher* sampai homogen. Sedangkan *Screw press* (Gambar 1.d) merupakan alat utama pada tahap *pressing* penghasil ekstrak minyak.

Pemurnian minyak hasil ekstraksi kelapa sawit



Gambar 2. Tahap pemurnian pengolahan kelapa sawit terdiri dari empat langkah diawali dengan a) *sand trap tank* dilanjutkan dengan b) *vibrating screen*. Proses pengendapan lanjutan dilakukan pada c),d) *crude oil tank* dan dilanjutkan dengan *vertical clarifier tank*.

Pada tahap pemurnian hasil ekstraksi kelapa sawit terdiri dari empat proses 1) *sand trap tank*, 2) *screen*, 3) *crude oil tank*, 4) *vertical clarifier tank*. Proses pemurnian pada *Sand trap tank* (Gambar 2.a) bekerja berdasarkan berat jenis dimana minyak kasar yang lebih ringan akan naik keatas dan keluar melalui pipa *over flow* menuju ke *vibrating screen*. Pada *vibrating screen* (Gambar 2.b) terjadi pemisahan serat yang berukuran besar serta pasir yang terikat bersama *crude oil*. *Crude oil tank* (Gambar 2.c) berfungsi untuk mengendapkan pasir yang lebih halus yang masih terikat dari *vibrating screen*. Proses pemurnian terakhir adalah *Vertical Clarifier Tank* Gambar 2d). *Vertical Clarifier Tank* berfungsi sebagai tempat pemisahan minyak, air, *sludge* serta benda lain yang terikat ke dalam *crude oil*. Hasil pemurnian ditampung dalam *Oil tank*. Kondisi operasi *Oil tank* dianalisis dengan

mengukur persen kadar asam lemak bebas akibat adanya perubahan suhu. Konstruksi oil tank berbentuk tangki silinder dengan kerucut pada ujung bawah dan memiliki kapasitas ± 10 ton. Temperatur pada tangki harus dipertahankan 80°C sesuai kebutuhan *purifier*, sebab apabila kurang proses pemisahan *moist* dan *dirt* akan semakin sulit dan apabila terlalu tinggi akan menyebabkan ter-hidrolisa minyak yang akan merubah warna minyak. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap kualitas minyak yang dihasilkan.

Pengawasan Mutu Minyak Sawit

Dalam mengetahui tingkat kualitas CPO, PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory melakukan Analisa laboratorium dengan menggunakan beberapa parameter Analisa [5]. Untuk CPO digunakan 4 (empat) parameter, yaitu: asam lemak bebas atau *free fatty acid* (FFA), kadar kotoran (*dirt*), kadar air (*moist*), dan DOBI. Untuk kernel digunakan 2 (dua) macam parameter, yaitu: kadar air (*moist*) kernel dan Analisa kadar kotoran (*dirt*) kernel [3]. Untuk standar mutu produk olahan kelapa sawit yang berlaku di PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory dapat dilihat pada tabel 1. Nilai standar untuk setiap parameter pada tabel 1 digunakan sebagai pembanding terhadap hasil analisa CPO.

Tabel 1. Standar kualitas minyak *Crude Palm Oil* di PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory

Parameter	Standar
FFA (Free Fatty Acid) %	≤ 3.50
Kadar Kotoran (Dirt) %	≤ 0.020
Kadar Air (Moist) %	≤ 0.20
Dobi	≥ 3.00



Gambar 3. Sampel *Crude Palm Oils* diambil dari *Oil Tank* a) dan dilakukan perlakuan pendahuluan b) sebelum dilakukan titrasi c) dengan 0,1N NaOH dengan indikator *PhenolPhtalein* [6].

Metodologi Penelitian

Pengujian persen kadar asam lemak bebas dicatat selama tiga belas minggu dan dianalisis nilai tengah, rata-rata, simpangan baku dan varian untuk menentukan kinerja peralatan. Parameter persen kadar asam lemak bebas digunakan untuk menunjukkan kualitas minyak yang mengalami kerusakan akibat hidrolisa. Semakin tinggi nilai asam lemak bebas maka kualitas minyak semakin rendah dan sebaliknya semakin rendah nilai asam lemak bebas maka kualitas minyak tinggi [7], [8]. Persen FFA didapatkan dengan perhitungan (persamaan1) dimana titrasi dilakukan pada sampel pada berat tertentu (W) menggunakan larutan NaOH pada volume tertentu (V) dengan normalitas (N) dan dikalikan dengan faktor 25,6.

$$\% \text{ FFA} = \frac{25,6 \times V \times N}{W} \dots\dots\dots(1)$$

Metode analisa dan perhitungan rata-rata, nilai tengah, simpangan baku, dan varians terhadap asam lemak bebas pada proses produksi crude palm oil. Banyak sampel (Count) (n) dihitung untuk perhitungan rata-rata, nilai tengah, simpangan baku dan varian ditentukan dengan persamaan 2 dengan frekwensi pengambilan sampel mengikuti prosedur pengambilan sampel pada industri.

$$n = \sum f_i \dots\dots\dots(2)$$

Perhitungan nilai rata-rata (Mean, \bar{x}) digunakan untuk menunjukkan distribusi nilai hasil pengukuran. Nilai ini didapat dengan membagi jumlah total pengukuran (xi) dengan jumlah sampel diambil (n).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots(3)$$

Perhitungan varians (σ^2) digunakan untuk menentukan keragaman pengukuran sampel. Nilai varian didapatkan dengan jumlah dari kuadrat pengurangan nilai sampel (x) dikurangi rata-rata populasi (x) dibagi dengan banyak populasi (N).

$$\sigma^2 = \frac{\sum(X - \mu)^2}{N} \dots\dots\dots(4)$$

Perhitungan simpangan baku ditentukan untuk mendapatkan sebaran nilai sampel.

$$SD = \sqrt{\sigma} \dots\dots\dots(5)$$

Hasil

Pada gambar Tabel 2 dapat dilihat data kadar FFA dalam periode minggu pertama hingga minggu ke tigabelas. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan rata-rata, nilai tengah, varian dan simpangan baku.

Tabel 2. Data rata-rata, nilai tengah, varian dan simpangan baku pada tiga belas minggu proses *crude palm oils* di PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory.

Minggu	Rata-rata % lemak bebas	Jumlah Sampel	Varians	Standar Deviasi
1	3,14	23	0,16	0,405
2	3,29	31	0,13	0,360
3	3,17	36	0,15	0,392
4	3,20	45	0,16	0,404
5	3,55	30	0,25	0,500
6	4,06	34	0,35	0,592
7	4,42	36	1,00	1,002
8	4,02	42	0,52	0,724
9	4,08	36	0,51	0,713
10	3,95	36	0,40	0,635
11	4,02	42	0,40	0,632
12	3,95	44	0,33	0,572
13	4,09	26	0,46	0,679
Jumlah	48,94	461		
Rata-rata	3,76		0,37	0,585

Dari pembahasan data produksi mingguan di atas maka didapatkan kesimpulan bahwa produksi *crude palm oil* dengan rata-rata kadar FFA terendah yaitu terjadi pada minggu pertama (3,14%), sedangkan untuk yang tertinggi yaitu terjadi pada minggu ketujuh (4,42%). Kemudian untuk penyimpangan tertinggi yaitu pada minggu ketujuh (1,002) dan penyimpangan terkecil adalah pada minggu kedua yaitu (0,360). Disimpulkan bahwa, pada minggu kedua kadar FFA yang dihasilkan selama proses produksi lebih stabil dibandingkan produksi pada minggu-minggu lainnya. Pada pengambilan sampel pertama, kadar FFA selalu lebih rendah jika dibandingkan sampel kedua, kemudian secara konstan menurun. Hal ini terjadi pada setiap pengambilan sampel. Perbedaan ini diakibatkan karena lamanya waktu CPO pada alat *oil tank*. Peningkatan kadar FFA pada pengambilan sampel kedua dapat disebabkan karena kondisi alat belum begitu stabil dan kadar air masih tergolong tinggi. Dapat dilihat pada sampel ketiga dan seterusnya terjadi penurunan kadar FFA secara stabil, hal ini dikarenakan semakin lama pemanasan berlangsung maka kadar air semakin berkurang [3] dan kondisi alat sudah stabil (90°C). Kenaikan FFA berhubungan dengan proses hidrolisa yang menghasilkan tiga molekul asam lemak bebas dan satu molekul gliserol. Dalam kondisi suhu yang tidak stabil maka kadar air akan tinggi dan hal ini menjadi media yang baik bagi pertumbuhan mikroba yang nantinya memproduksi enzim dan mengakibatkan terhidrolisanya minyak [3]. Kadar FFA juga dipengaruhi oleh tingkat kekotoran (*dirt*). Semakin tinggi kadar kekotoran maka kadar FFA juga akan semakin tinggi [9]. Pada minggu ke 1-5 kadar FFA cenderung dibawah dan mendekati 3,5%, namun pada minggu ke 6-13 kadar FFA berada jauh diatas 3,5%. Sama halnya dengan kadar air, kadar kotoran yang tinggi juga menjadi media yang baik bagi pertumbuhan mikroba. Sehingga dapat mengakibatkan terhidrolisanya minyak.

Selain itu terdapat beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi peningkatan kadar FFA yaitu [4]:

- 1) Faktor manusia, ketelitian dan keahlian pekerja menjadi salah satu faktor kunci dalam pelaksanaan operasional.

- 2) Faktor metode kerja, metode kerja yang dapat menyebabkan tingginya kadar FFA ada 3 yaitu perebusan yang tidak maksimal dan pencampuran minyak dengan kadar FFA tinggi. Hal ini dapat terjadi jika ada minyak yang tertinggal, kemudian proses berlangsung kembali dengan mencampurkan minyak baru. Minyak yang tertinggal pasti akan memiliki kadar FFA lebih tinggi karena waktu inap yang lama.
- 3) Faktor bahan baku, tingkat kematangan buah kelapa sawit yang akan diproduksi akan mempengaruhi kadar asam lemak bebas. Tingkat kematangan buah sawit tersebut misalnya buah terlalu matang (*over ripe*) sebesar 1% saja dapat menyebabkan peningkatan kadar FFA sebesar 0,064%.
- 4) Penyimpanan hasil panen yang terlalu lama, penanganan buah pada saat panen yang tidak hati-hati serta kontaminasi hama juga dapat mempengaruhi peningkatan kadar FFA [9], [10].

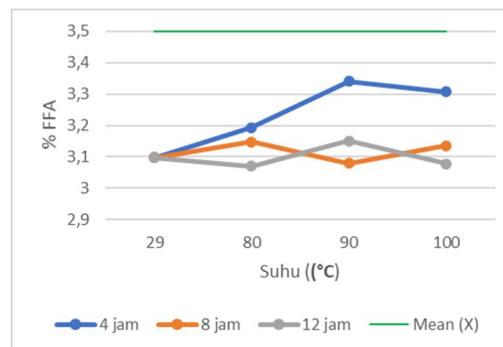
Analisis Hasil Perlakuan Sampel di Laboratorium

Dari analisa data produksi pabrik selama tiga belas minggu, diketahui bahwa produksi dari minggu keenam hingga minggu ketiga belas, pabrik memproduksi *Crude Palm Oil* dengan kadar FFA yang berada di atas standar pabrik yang diinginkan. Untuk menganalisa waktu dan suhu produksi terbaik demi menjaga kadar FFA tetap berada pada standar yang diinginkan, maka dilakukan uji sampel di laboratorium kimia pabrik. Analisa tersebut dilakukan dengan memvariasikan suhu 80°C, 90°C, 100°C dan waktu 4, 8 dan, 12 jam. Adapun suhu awal sampel sebelum diuji yaitu 29°C dengan kadar FFA 3,098%. Hasil uji sampelnya dapat dilihat pada tabel 3 dan grafik 6.

Tabel 3 Hasil Analisa Uji Sampel Kadar FFA.

Suhu (°C)	Waktu (jam)		
	4	8	12
80	3,193	3,148	3,070
90	3,341	3,079	3,150
100	3,307	3,136	3,077

Dari data yang terdapat pada tabel 3 maka jika ditampilkan dalam grafik akan tertampil sebagai berikut:



Gambar 4 grafik hasil analisa uji sampel kadar FFA

Dari gambar 4 dan tabel 3 dapat dilihat bahwa pada suhu pemanasan 80°C dan waktu pemanasan 4, 8, dan 12 jam, kadar FFA *crude palm oil* semakin menurun dengan lamanya waktu pemanasan. Kondisi terbaik yaitu pada saat suhu 80°C dan waktu pemanasan 4 jam. Pada suhu pemanasan 90°C dan waktu 4, 8, dan 12 jam, kadar FFA *crude palm oil* menurun dengan waktu pemanasan 8 jam. Kemudian pada waktu pemanasan 12 jam kadar FFA mengalami peningkatan. Kondisi terbaik yaitu pada saat suhu 90°C dan waktu pemanasan 4 jam. Pada suhu pemanasan 100°C dan waktu 4, 8, dan 12 jam, kadar FFA mengalami peningkatan signifikan pada 4 jam pemanasan. Pada 8 jam pemanasan, kadar FFA *crude palm oil* kembali menurun mirip dengan kondisi saat suhu pemanasan 80°C. Kondisi terbaik yaitu pada saat suhu 100°C dan waktu pemanasan 4 jam. Dalam hal ini berkurangnya % FFA dalam CPO pada pemanasan yang lebih tinggi menunjukkan bahwa semakin tinggi pemanasan mengurangi kadar air sehingga hidrolisis yang terjadi lebih kecil. Ini sejalan dengan sumber penelitian sebelumnya yaitu, semakin tinggi suhu reaksi maka nilai FFA yang dihasilkan semakin rendah [3]. Berdasarkan pada data diatas juga dapat diketahui bahwa semakin lama waktu pemanasan, semakin tinggi kadar FFA yang terkandung. Bila diperpatokan pada titik didih air, maka tentunya kadar air yang berada pada minyak akan berkurang dengan semakin lama waktu pemanasan karena air menguap. Akan tetapi dengan bertambahnya waktu pemanasan kadar asam lemak bebas minyak bertambah, hal ini bisa disebabkan karena proses hidrolisis yang terjadi pada minyak dipercepat oleh pemanasan, sehingga semakin lama pemanasan semakin besar asam lemak bebasnya. Dari uji sampel yang sudah dilakukan di laboratorium, dapat diketahui bahwa kondisi terbaik

adalah pada suhu pemanasan 90°C dan waktu pemanasan 4 jam karena paling mendekati standar FFA pabrik yang diinginkan, yaitu 3,50%. Data yang dihasilkan dari uji sampel ini pun selaras dengan apa yang terjadi pada pabrik. Pada suhu pemanasan 80°C, 90°C, 100°C, selalu terjadi peningkatan kadar FFA dari kadar FFA awal. Kemudian pada waktu pemanasan 8 jam kadar FFA *crude palm oil* menurun. Tetapi, pada suhu 90°C, kadar FFA meningkat pada waktu pemanasan 12 jam. Ini sama halnya dengan data produksi mingguan yang sudah dianalisis sebelumnya, yaitu ada beberapa sampel yang mengalami peningkatan kadar FFA pada jam ketiga produksi per hari. Kondisi ini tergambar pada kondisi saat sampel pada suhu 90°C di laboratorium.

Tabel 4 Selisih Kadar FFA Perwaktu Pemanasan

Suhu	4 jam	8 jam	12 jam	Mean (X)	Nilai max	Nilai min	X4-X	X8-X	X12-X
29	3,098	3,098	3,098	3,5	5	2	-0,402	-0,402	-0,402
80	3,193	3,148	3,070	3,5	5	2	-0,307	-0,352	-0,430
90	3,341	3,079	3,150	3,5	5	2	-0,159	-0,421	-0,350
100	3,307	3,136	3,077	3,5	5	2	-0,193	-0,364	-0,423

Tabel 4 menunjukkan penyimpangan kadar FFA yang terjadi selama terjadinya pemanasan pada suhu dan waktu pemanasan yang berbeda. Berdasarkan tabel 4 tersebut dapat dilihat bahwa jika menginginkan kadar FFA mencapai standar optimum pabrik yaitu 3,5 % maka suhu dan waktu yang terbaik adalah pada suhu 90°C dan waktu pemanasan 4 jam karena nilai penyimpangan dari standar sangat kecil.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar asam lemak bebas di dalam *oil tank* di PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory terpengaruh oleh suhu dan waktu penyimpanan. Hal ini terlihat pada persen kadar asam lemak bebas menjadi tidak stabil.
2. Ketidakstabilan kadar asam lemak bebas semakin besar setelah proses *shutdown*. Namun demikian, CPO yang dihasilkan masih memenuhi SNI dengan rata-rata kadar FFA perminggu 2-5%.
3. Keadaan *shutdown* memicu turunnya suhu dalam *oil tank*. Jika itu terjadi dalam waktu yang lama maka akan menyebabkan kadar FFA meningkat karna rendahnya suhu di dalam tanki.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada PT. Sedjahtera Indo Agro PKS Bukit Ajong Factory. Tidak lupa ucapan terimakasih juga disampaikan kepada SIMBELMAWA yang memberikan kesempatan bagi kami untuk mengirimkan PKM dan tentunya kami berharap proposal ini dapat berlanjut ke jenjang berikutnya yaitu diterbitkan di *e-Jurnal* Direktorat Belmawa Kemendikbud-Ristek. .

Daftar Pustaka

- [1] O. Pasaribu, M. Meriatna, L. Hakim, N. ZA, and R. Nurlaila, "PENYERAPAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS (FREE FATTY ACID) PADA CPO (CRUDE PALM OIL) MENGGUNAKAN ADSORBENT ARANG SEKAM PADI DENGAN AKTIVASI H₂SO₄," *Chem. Eng. J. Storage*, vol. 2, no. 1, p. 93, May 2022, doi: 10.29103/cejs.v2i1.4513.
- [2] D. A. I. Pramitha and D. Juliadi, "PENGARUH SUHU TERHADAP BILANGAN PEROKSIDA DAN ASAM LEMAK BEBAS PADA VCO (Virgin Coconut Oil) HASIL FERMENTASI ALAMI," *CAKRA Kim. (Indonesian E-Journal Appl. Chem.)*, vol. 7, no. 2, pp. 149–154, 2019, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/cakra/article/view/56191>.
- [3] D. Nurfiqih, L. Hakim, and M. Muhammad, "Pengaruh Suhu, Persentase Air, Dan Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Kenaikan Asam Lemak Bebas (Alb) Pada Crude Palm Oil (Cpo)," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 10, no. 2, p. 1, 2021, doi: 10.29103/jtku.v10i2.4955.
- [4] Yulianto, "Analisis Quality Control Mutu Minyak Kelapa Sawit Di Pt. Perkebunan Lembah Bhakti Aceh Singkil," *Amina*, vol. 1, no. 2, pp. 72–78, 2020, doi: 10.22373/amina.v1i2.36.
- [5] R. S. Syaputra, "Analisis Pengendalian Mutu pada Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Metode SQC Quality Control Analysis on Free Fatty Acids of Palm Oil Using the SQC Method," *J. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 59–66, 2022.
- [6] M. Arrahman, H. Walida, S. Hartati, Y. Saragih, N. E. Mustamu, and Y. Triyanto, "Analisis mutu CPO menggunakan metode titrasi (studi kasus: PT Hari Sawit Jaya)," *Fruitset Sains*, vol. 10, no. 2, pp. 82–87,

- 2022.
- [7] R. Luthfian Ramadhan Silalahi, D. Puspita Sari, and I. Atsari Dewi, "Testing of Free Fatty Acid (FFA) and Colour for Controlling the Quality of Cooking Oil Produced by PT. XYZ," *J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 6, no. 1, pp. 41–50, 2017, doi: 10.21776/ub.industria.2017.006.01.6.
 - [8] P. Yoosa, S. Srimongkol, and R. Yuttawiriya, "The Effect Moisture Residue in Oil Palm Fruits with Microwave Technique: Quantifying the Significant Factor of Residual Moisture as the Process Parameter for Commercial Sterilization," *J. Adv. Agric. Technol.*, vol. 9, no. 1, 2022, doi: 10.18178/joaat.9.1.1-8.
 - [9] D. A. N. Kadar, K. Di, P. Iii, and T. Tinggi, "Pengaruh Waktu Inap Cpo Pada Storage Tank Terhadap Kadar Asam Lemak Bebas, Kadar Air, Dan Kadar Kotoran Di Ptpn Iii Tebing Tinggi Pks Kebun Rambutan," *J. Teknol. Unimal*, vol. 3, no. 2, 2009.
 - [10] Y. Setiyawan, "Pengaruh Kerusakan Buah Kelapa Sawit terhadap Kandungan Free Fatty Acid dan Rendemen CPO di Kebun Talisayan 1 Berau," vol. 5, no. 1, pp. 1–14, 2017.