

Kajian Lama dan Kecepatan Sentrifugasi terhadap Pemisahan Fraksi dan Asam Lemak Bebas Minyak Sawit Mentah

Jeffri Banyu Sagalo^{*)}, Reni Astuti Widyowanti, Adi Ruswanto

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
INSTIPER Yogyakarta

^{*)}Email Korespondensi: reniastuti8484@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh lama dan kecepatan sentrifugasi terhadap pemisahan fraksi dan asam lemak bebas minyak sawit mentah serta untuk mengetahui lama dan kecepatan sentrifugasi yang menghasilkan kadar asam lemak bebas minyak sawit mentah (CPO) terendah menggunakan *laboratory centrifuge*. Sentrifugasi adalah metode pemisahan komponen campuran berdasarkan perbedaan densitas menggunakan gaya sentrifugal. *Laboratory centrifuge* adalah mesin berukuran kecil yang digunakan untuk pengujian dalam kondisi terkontrol. prinsip kerja *laboratory centrifuge* menggunakan gaya sentrifugal, yaitu memanfaatkan putaran dan kecepatan tinggi untuk memisahkan komponen yang memiliki massa jenis berbeda. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, yaitu lama sentrifugasi terdiri dari 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, dan kecepatan sentrifugasi terdiri dari 1000 rpm, 2000 rpm, dan 3000 rpm. Data analisis menggunakan uji *two way ANOVA* dan dilanjutkan uji *Duncan* jika ada hasil yang signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama sentrifugasi tidak berpengaruh terhadap pemisahan fraksi air, kotoran, dan kadar asam lemak bebas. Kecepatan sentrifugasi juga tidak berpengaruh terhadap pemisahan fraksi air dan kotoran, tetapi berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas. Kecepatan sentrifugasi yang menghasilkan kadar asam lemak bebas terendah yaitu 2000 rpm dengan hasil 3,34% (lama sentrifugasi tidak berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas).

Kata Kunci: asam lemak bebas; kecepatan sentrifugasi; *laboratory sentrifuge*, lama sentrifugasi; minyak sawit mentah.

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit adalah salah satu sektor penting di Indonesia yang memegang peranan besar dalam mendorong pertumbuhan ekonomi negara. Produk utama dari industri ini adalah *crude palm oil* (CPO), yaitu minyak sawit mentah yang diperoleh dari hasil pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit melalui beberapa tahapan di pabrik. Permintaan global yang tinggi terhadap CPO sangat berpengaruh dalam menentukan kemampuan produk untuk bersaing di pasar global. CPO dengan kualitas bagus akan memiliki harga jual yang lebih tinggi dan lebih mudah diterima oleh industri berikutnya, baik di dalam maupun luar negeri. Oleh karena itu, pengelolaan dan peningkatan kualitas CPO menjadi hal yang penting bagi industri kelapa sawit agar tetap bersaing dan berkelanjutan di tengah persaingan global yang semakin sengit (Prayitno & Widyawati, 2021).

Kualitas CPO ditentukan oleh beberapa parameter penting yang menggambarkan kualitas minyak, yaitu kadar asam lemak bebas, kadar air, dan kadar kotoran. Ketiga parameter itu penting karena langsung memengaruhi kestabilan, masa simpan, serta tingkat kesuksesan CPO dalam menembus pasar industri. Oleh karena itu, standar kualitas CPO dalam SNI 01-2901-2006 yang menetapkan batas tertinggi untuk setiap parameter yaitu kadar air < 0,50 %, kadar kotoran < 0,50 %, dan kadar asam lemak bebas < 5,00 %, sehingga produk CPO yang dihasilkan harus memenuhi syarat yang ditetapkan agar tidak mengalami penurunan kualitas atau nilai jual (Shidiq dkk., 2022).

Pengendalian terhadap kadar air, kadar kotoran dan kadar asam lemak bebas harus dilakukan dengan baik selama proses produksi, terutama pada tahap pemisahan dan klarifikasi, sehingga dapat dihasilkan CPO yang memenuhi standar mutu dan memiliki daya saing yang tinggi di pasar.

Dalam proses pengolahan di pabrik kelapa sawit, tahap klarifikasi merupakan salah satu langkah yang sangat penting karena berperan untuk memisahkan minyak dari campuran air dan bahan padat (*sludge*) yang dihasilkan dari proses ekstraksi. Proses ini umumnya dilakukan melalui dua mekanisme utama, yaitu pengendapan gravitasi dan pemisahan dengan gaya sentrifugal. Metode pengendapan gravitasi bekerja berdasarkan perbedaan densitas antar fase. Tetapi proses ini berlangsung cukup lambat dan kurang efisien, terutama saat volume bahan yang diolah besar dan variasi pada bahan baku. Metode pemisahan sentrifugasi bekerja dengan memanfaatkan gaya sentrifugal untuk mempercepat pemisahan fase minyak, air, dan padatan. Oleh karena itu, penggunaan teknologi sentrifugasi menjadi pilihan yang lebih baik karena mampu mempercepat pemisahan dan meningkatkan efisiensi dibandingkan metode gravitasi yang biasa digunakan (Sitinjak & Tumangger, 2022).

Dengan berkembangnya teknologi di bidang pengolahan minyak sawit, *laboratory centrifuge* digunakan dalam penelitian dan pengujian untuk meniru serta mengevaluasi efektivitas proses pemisahan secara skala laboratorium. Menggunakan alat ini memberikan manfaat dalam hal kemudahan dan pengendalian operasi, karena berbagai parameter seperti kecepatan putar (rpm), dan durasi sentrifugasi bisa diatur dengan lebih tepat dan stabil. Dengan demikian, hasil dari pengujian laboratorium memberikan gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana proses sentrifugasi bekerja, serta menjadi dasar untuk menentukan kondisi operasi terbaik sebelum digunakan dalam skala industri (Rachman dkk., 2018).

Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa faktor operasional, seperti kecepatan dan durasi proses, memiliki dampak penting terhadap kualitas minyak kelapa sawit. Penelitian yang dilakukan oleh Azhari dkk. (2022) menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan sentrifugasi dan lama proses dapat secara signifikan menurunkan kadar asam lemak bebas (FFA). Selain itu, Dewi dkk. (2023) mengemukakan bahwa variasi durasi sentrifugasi berpengaruh nyata pada penurunan kadar air dan kadar FFA.

Lebih lanjut, Azhari dkk. (2022) menyatakan bahwa peningkatan kecepatan dan lama sentrifugasi berpengaruh terhadap rendemen dan kualitas minyak. Fahmi dkk. (2025) menunjukkan bahwa proses pemisahan yang kurang optimal dapat menurunkan mutu minyak. Secara teoritis, peningkatan kecepatan sentrifugasi (rpm) dalam proses sentrifugasi akan memperkuat gaya sentrifugal dan mempercepat pemisahan fase berdasarkan perbedaan densitas. Prinsip ini juga diperkuat oleh Seader & Henley. (2011) yang mengungkapkan bahwa keefektifan *centrifuge* dalam memisahkan minyak sangat dipengaruhi oleh kombinasi antara kecepatan rotasi dan durasi proses.

Pada tahap awal klarifikasi di PT XY, proses pemisahan minyak dan fase dilakukan dengan memanfaatkan gaya gravitasi. Hasil pemisahan yang diperoleh masih belum optimal karena beberapa parameter mutu CPO masih berada di atas standar yang ditetapkan, yaitu

kadar air 0,57%, kadar kotoran 0,55% dan kadar FFA 5,2%. Oleh karena itu, untuk menekan ketiga parameter tersebut agar sesuai dengan standar mutu yang diharapkan, maka selama dua tahun terakhir proses pemisahan kemudian beralih dari metode gravitasi menjadi metode sentrifugasi. Metode ini menggunakan gaya sentrifugal yang mempercepat pemisahan antara minyak, air dan padatan. Meskipun demikian, metode tersebut belum cukup efektif dalam mencapai pemisahan optimal.

Karena itu, diperlukan uji lebih lanjut pada skala laboratorium menggunakan *laboratory centrifuge* untuk menilai kinerja proses sentrifugasi. Pengujian ini berfokus pada pengaruh perubahan lama dan kecepatan sentrifugasi (rpm) terhadap pemisahan fraksi dan asam lemak bebas (FFA). Dengan demikian, diharapkan dapat dicapai kondisi kerja terbaik sehingga proses pemisahan bisa menghasilkan minyak yang lebih berkualitas dan memenuhi standar yang telah ditetapkan.

Berkaitan dengan hal di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji lama dan kecepatan sentrifugasi terhadap pemisahan fraksi dan asam lemak bebas minyak sawit mentah menggunakan *laboratory centrifuge*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di PT XY Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat. Penelitian ini dilakukan dari 18 Oktober hingga 12 November 2025.

Alat dan Bahan

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini termasuk *laboratory centrifuge*, tabung *centrifuge*, rak tabung *centrifuge*, labu erlenmeyer, gelas ukur, timbangan analitik, buret titrasi, dan kalkulator.

Bahan dalam penelitian ini yaitu sampel minyak dari *crude oil tank* (COT), sampel minyak dari *oil purifier tank* (OPT), sampel minyak *undiluted crude oil* (UNCO), *phenolphthalein*, isopropil alkohol, akuades, dan NaOH 0,0970 N.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor perlakuan, masing-masing terdiri atas tiga taraf perlakuan.

Faktor I adalah lama sentrifugasi CPO, yang terdiri atas:

A1 = 5 menit

A2 = 10 menit

A3 = 15 menit

Faktor II adalah kecepatan sentrifugasi CPO, yang terdiri atas:

B1 = 1000 rpm

B2 = 2000 rpm

B3 = 3000 rpm

Kombinasi kedua faktor tersebut akan menghasilkan 9 perlakuan dengan menggunakan 3 sampel minyak yang diambil dari tiga tempat berbeda yaitu *undiluted crude oil* (UNCO), *crude oil tank* (COT), dan *oil purifier tank* (OPT), yang digunakan untuk pengujian kadar air, kadar kotoran, dan kadar asam lemak bebas pada CPO.

Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan alat dan bahan

Semua alat seperti mesin *sentrifuge*, tabung *sentrifuge*, rak tabung *centrifuge*, buret titrasi, labu erlenmeyer, *gooch crucible*, *fibre filter*, oven, pompa *vacuum*, desikator, dan

timbangan analitik dibersihkan dan diperiksa keadaannya agar tetap dalam kondisi baik. Bahan seperti larutan NaOH 0,0970 N, indikator *phenolphthalein*, N-Hexane dan isopropil alkohol disiapkan sesuai kebutuhan.

2. Pengambilan sampel

Sampel minyak diambil dari tiga titik berbeda, yaitu *crude oil tank* (COT), *oil purifier tank* (OPT), dan *unrecovered crude oil* (UNCO). Sampel dimasukkan ke dalam wadah yang bersih dan tertutup agar tidak terkontaminasi. Gambar lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada lampiran B.

3. Perlakuan sentrifugasi

Perlakuan sentrifugasi diberikan kepada setiap sampel sesuai dengan variasi penelitian.

- Waktu: 5 menit, 10 menit, dan 15 menit.
- Kecepatan: 1000 rpm, 2000 rpm, dan 3000 rpm

Kombinasi dari hasil analisis sentrifugasi CPO tersebut menghasilkan total 27 satuan percobaan. Cara mengukur fraksi air dan kotoran yaitu dengan mengukur tinggi kolom lapisan fraksi yang terbentuk pada tabung *sentrifuge* setelah proses sentrifugasi.

Parameter Penelitian

Pada proses sentrifugasi, gaya sentrifugal menyebabkan komponen penyusun minyak sawit mentah atau *crude palm oil* (CPO) mengalami perpindahan berdasarkan perbedaan densitas. Fase dengan densitas lebih rendah cenderung berada pada bagian yang lebih dekat dengan pusat rotasi, sedangkan fase dengan densitas lebih tinggi bergerak menuju bagian luar tabung. Kondisi tersebut menyebabkan terbentuknya lapisan atau fraksi yang dapat diamati secara visual setelah proses sentrifugasi. Pada umumnya terdapat tiga fraksi yang terbentuk setelah proses sentrifugasi yaitu fraksi minyak, fraksi air, dan fraksi kotoran. Namun, dalam penelitian ini parameter yang diamati lebih berfokus terhadap fraksi air, fraksi kotoran dan analisis kadar *free fatty acid* (FFA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraksi Air

Pembentukan fraksi air menunjukkan bahwa proses sentrifugasi mampu memisahkan sebagian fase air dari fase minyak. Namun, apabila masih terdapat minyak yang terbawa pada fraksi air, kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemisahan belum berlangsung secara optimal. Hasil pengamatan kadar air pada setiap kombinasi perlakuan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Data primer fraksi air (%)

Kode Perlakuan	Sampel COT	Sampel OPT	Sampel UNCO	Rata-rata
A1B1	46	1	60	35,67
A1B2	48	1	66	38,33
A1B3	46	1	20	22,33
A2B1	44	1	38	27,67
A2B2	40	1	48	29,67
A2B3	42	1	50	31,00
A3B1	32	0	44	25,33
A3B2	36	0	46	27,33
A3B3	32	0	42	24,67

Berdasarkan data primer menunjukkan bahwa nilai fraksi air pada sampel COT dan UNCO masih relatif tinggi dibandingkan dengan standar optimum fraksi air sebesar 2-3%. Nilai rata-rata fraksi air pada setiap perlakuan berada pada kisaran 22-38%. Fraksi air pada sampel COT berada pada kisaran 32-48%, sedangkan pada sampel UNCO berada pada

kisaran 20-66%. Tingginya fraksi air pada sampel COT dan UNCO disebabkan sampel belum melewati proses klarifikasi dan *vacuum*, sehingga air yang terbawa CPO belum mengalami pemisahan secara optimal. Sedangkan nilai fraksi air sampel OPT relatif sangat rendah, yaitu sekitar 0-1%, kondisi ini disebabkan sampel OPT telah melewati tahapan proses klarifikasi dan *vacuum*. Proses klarifikasi dan *vacuum* berperan dalam mengurangi keberadaan air yang masih terbawa dalam CPO. Untuk mengetahui apakah nilai fraksi air berpengaruh secara statistik, dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA). Hasil analisis ANOVA terhadap kadar air CPO disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil *two way* ANOVA fraksi air (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Lama	152,889	2	76,444	,114	,893
rpm	182,000	2	91,000	,136	,874
Lama * rpm	316,444	4	79,111	,118	,974
Error	12073,333	18	670,741		
Corrected Total	12724,667	26			

Keterangan :

Ada pengaruh jika signifikan < 0,05

Tidak ada pengaruh jika signifikan > 0,05

Hasil uji *two way* ANOVA pada tabel 2 menunjukkan bahwa faktor lama sentrifugasi, kecepatan sentrifugasi (rpm), serta interaksi lama dan kecepatan sentrifugasi tidak berpengaruh terhadap fraksi air CPO pada taraf nyata 5%. Tidak adanya pengaruh yang signifikan menunjukkan bahwa variasi lama dan kecepatan sentrifugasi terhadap fraksi air CPO diduga karena air yang terdapat pada CPO tidak seluruhnya berada dalam bentuk air bebas, tetapi sebagian masih terdispersi dalam fase minyak. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan lama dan kecepatan sentrifugasi pada perlakuan belum menghasilkan pemisahan air yang cukup besar untuk memberikan perbedaan fraksi air secara statistik. Penelitian yang dilakukan oleh (Amra dkk., 2023) menyatakan bahwa fraksi air dapat meningkat akibat proses alami selama pembuahan dan dampak perlakuan di pabrik, serta pengaruh penimbunan. Pada proses hidrolisis minyak di pabrik, penggunaan air sangat penting, jika volume air yang dihasilkan dalam proses ini terlalu banyak, maka akan mengakibatkan kadar air pada CPO sangat tinggi.

Fraksi Kotoran

Fraksi kotoran atau padatan merupakan fase terberat dalam campuran minyak sawit mentah dan umumnya terdiri atas material non-oil solid (NOS) seperti serat, pasir, dan material padat lainnya. Pemisahan fraksi kotoran diperlukan untuk mengurangi material padat yang terbawa bersama fraksi minyak. Kandungan NOS yang tinggi pada minyak sawit mentah dapat meningkatkan potensi kehilangan minyak karena sebagian minyak terperangkap atau ikut terbawa bersama padatan. Data hasil pengamatan fraksi kotoran pada masing-masing perlakuan disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Data primer fraksi kotoran (%)

Kode Perlakuan	Sampel COT	Sampel OPT	Sampel UNCO	Rata-rata
A1B1	20	6	12	12,67
A1B2	4	2	4	3,33
A1B3	4	4	10	6,00
A2B1	10	2	10	7,33
A2B2	8	2	20	10,00

Kode Perlakuan	Sampel COT	Sampel OPT	Sampel UNCO	Rata-rata
A2B3	18	2	12	10,67
A3B1	48	2	22	24,00
A3B2	20	1	44	21,67
A3B3	18	1	52	23,67

Berdasarkan data primer fraksi kotoran menunjukkan nilai yang bervariasi pada setiap perlakuan. Jika dibandingkan dengan standar optimum fraksi kotoran sebesar 4%, sebagian besar hasil pengamatan masih menunjukkan nilai yang relatif tinggi. Nilai rata-rata fraksi kotoran pada setiap perlakuan berada pada kisaran 3-24%. Pada sampel COT fraksi kotoran berada pada kisaran 4-48%, sedangkan sampel UNCO berada pada kisaran 4-52%. Kondisi ini disebabkan sampel COT dan UNCO belum melewati proses klarifikasi dan *vacuum*. Sedangkan sampel OPT menunjukkan fraksi kotoran yang lebih rendah, yaitu berada pada kisaran 1-6%. Nilai tersebut relatif lebih mendekati standar optimum fraksi kotoran, kondisi ini disebabkan sampel OPT telah melewati proses klarifikasi dan *vacuum*. Dilakukan analisis statistik *two way ANOVA* untuk menguji pengaruh faktor lama sentrifugasi, kecepatan sentrifugasi, serta interaksi antara kedua faktor tersebut terhadap kadar kotoran CPO. Hasil analisis *two way ANOVA* disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil *two way ANOVA* fraksi kotoran (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
waktu	152,889	2	76,444	,114	,893
rpm	182,000	2	91,000	,136	,874
Lama * rpm	316,444	4	79,111	,118	,974
Error	12073,333	18	670,741		
Corrected Total	12724,667	26			

Keterangan :

Ada pengaruh jika signifikan < 0,05

Tidak ada pengaruh jika signifikan > 0,05

Berdasarkan hasil analisis *two way ANOVA* menunjukkan bahwa faktor lama dan kecepatan sentrifugasi (rpm), maupun interaksi antara lama dan kecepatan sentrifugasi (rpm) tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar kotoran CPO. Tidak signifikannya pengaruh perlakuan menunjukkan bahwa variasi lama sentrifugasi 5, 10, dan 15 menit dan kecepatan sentrifugasi 1000, 2000, dan 3000 rpm belum mampu meningkatkan efisiensi pemisahan partikel kotoran secara signifikan. Kondisi tersebut karena sebagian besar partikel padat pada CPO telah terpisahkan pada proses klarifikasi di pabrik sehingga kandungan kotoran yang tersisa relatif rendah dan tidak banyak mengalami perubahan setelah proses sentrifugasi.

Fraksi Minyak

Fraksi minyak merupakan bagian CPO yang berada pada fase minyak setelah proses sentrifugasi dan terpisah dari komponen air dan kotoran. Pemisahan terjadi berdasarkan densitas, dimana komponen dengan densitas lebih tinggi akan bergerak menjauhi pusat putaran, sedangkan minyak yang memiliki densitas lebih rendah tetap berada pada fase minyak. Perbedaan densitas menyebabkan terbentuknya lapisan atau fraksi yang dapat diamati setelah proses sentrifugasi.

Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Asam lemak bebas (FFA) merupakan salah satu parameter utama dalam penilaian mutu CPO. Nilai FFA menunjukkan tingkat kerusakan minyak akibat proses hidrolisis trigliserida yang dipengaruhi oleh keberadaan air, aktivitas enzim lipase, serta lamanya penanganan bahan baku. Semakin tinggi kadar FFA, maka kualitas CPO semakin menurun sehingga berpotensi mengurangi nilai jual dan mempercepat kerusakan minyak. Oleh karena itu, pengujian FFA dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi lama dan kecepatan sentrifugasi terhadap kualitas CPO. Hasil pengamatan kadar FFA pada setiap kombinasi disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Data primer kadar asam lemak bebas (FFA) (%)

Kode Perlakuan	Sampel COT	Sampel OPT	Sampel UNCO	Rata-rata
A1B1	4,33	2,97	4,63	3,98
A1B2	3,90	3,80	4,30	4,00
A1B3	3,90	3,50	3,97	3,79
A2B1	3,39	3,20	3,47	3,35
A2B2	3,70	3,30	3,80	3,60
A2B3	3,10	2,90	3,20	3,07
A3B1	3,30	3,20	3,50	3,33
A3B2	3,70	3,80	3,90	3,80
A3B3	3,80	3,60	4,00	3,80

Berdasarkan data primer terlihat bahwa nilai kadar FFA menunjukkan variasi pada setiap kombinasi perlakuan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kombinasi kecepatan sentrifugasi (rpm) dan lama waktu pengadukan yang diterapkan. Untuk mengetahui apakah perbedaan tersebut signifikan secara statistik, dilakukan analisis *two way ANOVA*. Hasil *two way ANOVA* kadar FFA disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil *two way ANOVA* kadar asam lemak bebas (FFA) (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Lama	,365	2	,183	1,490	,252
rpm	1,526	2	,763	6,229	,009
Lama * rpm	,577	4	,144	1,178	,354
Error	2,205	18	,123		
Corrected Total	4,674	26			

Keterangan :

Ada pengaruh jika signifikan < 0,05

Tidak ada pengaruh jika signifikan > 0,05

Berdasarkan hasil analisis *two way ANOVA* menunjukkan bahwa faktor lama sentrifugasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar FFA. Sebaliknya, faktor kecepatan sentrifugasi (rpm) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar *free fatty acid* (FFA) CPO. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi kecepatan sentrifugasi (rpm) mampu memberikan perbedaan nyata terhadap kadar FFA pada CPO. Demikian pula, interaksi antara kecepatan sentrifugasi (rpm) dan lama waktu pengadukan tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar FFA. Hal ini menunjukkan perubahan kadar FFA lebih dipengaruhi oleh kecepatan sentrifugasi dibandingkan dengan lama waktu pengadukan maupun kombinasi antara kecepatan sentrifugasi dan lama waktu pengadukan. Selanjutnya dilakukan uji jarak berganda duncan untuk mengetahui pengaruh kecepatan sentrifugasi (rpm) terhadap kadar FFA menggunakan aplikasi SPSS yang disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji Duncan pengaruh RPM terhadap kadar asam lemak bebas (FFA) (%)

rpm (A)	Lama sentrifugasi (B)			Rerata A
	B1	B2	B3	
A1	3,97 ± 0,88	4,00 ± 0,26	3,79 ± 0,25	3,92 ± 0,48 ^x
A2	3,35 ± 0,13	3,60 ± 0,26	3,06 ± 0,15	3,34 ± 0,28 ^y
A3	3,33 ± 0,15	3,80 ± 0,10	3,80 ± 0,20	3,64 ± 0,26 ^{xy}
Rerata B	3,55 ± 0,55 ^p	3,80 ± 0,25 ^p	3,55 ± 0,40 ^p	

Penurunan kadar FFA pada 2000 rpm diduga terjadi karena proses pemisahan minyak, air, dan kotoran berlangsung lebih optimal sehingga mengurangi terjadinya reaksi hidrolisis trigliserida menjadi FFA. Air merupakan media utama yang memicu pembentukan FFA melalui aktivitas enzim lipase maupun reaksi hidrolisis selama proses pengolahan. Oleh karena itu, semakin kecil kemungkinan terjadinya peningkatan kadar FFA (Hidayati dkk., 2024).

Tidak adanya perbedaan nyata antara perlakuan 2000 rpm dan 3000 rpm menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan sentrifugasi di atas kondisi optimum tidak selalu meningkatkan efektivitas pemisahan. Kondisi ini diduga karena gaya sentrifugasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terbentuknya kembali emulsi minyak dan air sehingga efisiensi pemisahan tidak bertambah secara signifikan.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh Lengke dkk. (2024) menyatakan bahwa pemisahan fraksi yang optimal berkontribusi terhadap penurunan kadar FFA sehingga mutu CPO menjadi lebih baik. Dengan demikian, kecepatan sentrifugasi 2000 rpm dapat dianggap sebagai kondisi operasi paling efektif dalam menghasilkan CPO dengan kadar FFA yang lebih rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian pengaruh lama dan kecepatan sentrifugasi terhadap fraksi air, kotoran dan kadar asam lemak bebas minyak sawit mentah (CPO), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Lama sentrifugasi tidak berpengaruh terhadap pemisahan fraksi air, kotoran dan kadar asam lemak bebas (FFA) minyak sawit mentah (CPO).
2. Kecepatan sentrifugasi tidak berpengaruh terhadap pemisahan fraksi air dan kotoran, tetapi berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas (FFA) minyak sawit mentah (CPO).
3. Kecepatan sentrifugasi yang menghasilkan kadar asam lemak bebas terendah yaitu 2000 rpm dengan hasil 3,34% (lama sentrifugasi tidak berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas).

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan rentang lama dan kecepatan sentrifugasi yang lebih luas agar diperoleh kondisi operasi optimum yang mampu memberikan pengaruh terhadap fraksi air dan kotoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Amra, Z., & Anggriawin, M. (2023). Pengaruh Kadar Air Terhadap Asam Lemak Bebas Crude Palm Oil (Cpo) Yang Terdapat Pada Vacuum Dryer Di Pt Socfindo Kebun Seunagan. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(1), 276-282. <https://ejournal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/2596/0>
- Azhari, A. S. A., Suryati, S., & Meriatna. (2022). Penurunan Kadar FFA (Free Fatty Acid) Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Adsorben Pencampuran Bentonit Dan Tanah Liat

- (Lempung) Melalui Proses Adsorpsi. *Engineering Journal Storage (CEJS)*, 2(1), 82-92. <https://ojs.unimal.ac.id/cejs/article/view/4676>
- Dewi, S. K., Yulianti, L., & Widodo, A. S. (2023). "Karakterisasi Biodiesel Produk Transesterifikasi Menggunakan Variasi Kecepatan Sentrifugasi pada Proses Pemisahan FAME." *Rekayasa Mesin*, 14(1), 85–94. <https://rekayasamesin.ub.ac.id/index.php/rm/article/view/1082>
- Fahmi, P. M., Hartari, W. R., Maryanti, M., Delvitasari, F., Kusuma, J., & Pramuditha, A. C. (2025). Pengaruh Lama Waktu Pengadukan dengan Penambahan Asam Asetat dalam Pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO): *The Effect of Stirring Time With the Addition of Acetic Acid in The Production of Virgin Coconut Oil (VCO)*. *Agrosainstek: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 9(1), 30-38. <http://agrosainstek.ubb.ac.id/index.php/agrosainstek/article/view/886>
- Hidayati, B. P., Andarwulan, N., & Faridah, N. (2024). Pencucian Crude Palm Oil (CPO) untuk Mitigasi Penurunan 3-MCPDE dan GE pada Pemurnian Minyak. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 35(1), 1–9. <https://pdfs.semanticscholar.org/a73a/4d7b714fe3abcbdb98a8f6a0253cd9ae2132a.pdf>
- Lengke, G., Lembang, T. O., Saleh, M., Pasae, Y., & Djonny, M. (2024). Evaluasi Kualitas Minyak Sawit Mentah (CPO) PT Suryaraya Lestari I Berdasarkan Parameter FFA , Kadar Air , DOBI , dan Kadar Pengotor. *Journal Paulus Chem Engineering*, 2, 6–11. <http://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pcj/article/view/621>
- Prayitno, B., & Widyawati, R. F. (2021). Analisis Daya Saing Minyak Kelapa Sawit Indonesia. *Media Mahardhika*, 20(1), 96-105. <https://ojs.stiemahardhika.ac.id/index.php/mahardhika/article/view/326>
- Rachman, F. A., Hendrawan, Y., Dewi, S. R., & Sutan, S. M. (2018). Optimasi Nilai Rendeman Dalam Pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) Menggunakan Pemanasan Suhu Rendah dan Kecepatan Sentrifugasi dengan *Response Surface Methodology* (RSM). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 6(3), 218–228.
- Seader, J. D., & Henley, E. J. (2011). *Separation Process Principles: Chemical and Biochemical Operations* (3rd ed.). New york: John Wiley & Sons. https://www.academia.edu/download/51933568/Seader_Separation_process.pdf.pdf
- Shidiq, M., Lestari, W., & Saragih, S. H. Y. (2022). Analisis Kualitas Mutu Minyak Mentah Kelapa Sawit di Pabrik Kelapa Sawit PT Sinar Pandawa, Kabupaten Labuhanbatu (Berdasarkan Kadar Asam Lemak Bebas, Kadar Air, dan Kadar kotoran). *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(2), 386–398. <https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/nukleus/article/view/2705/0>
- Sitinjak, A. A., & Tumangger, T. (2022). Hubungan Suhu dan Kadar Kotoran CPO pada Stasiun Klarifikasi. *Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 7(1), 33–38. <https://ejournal.uki.ac.id/index.php/edumatsains/article/view/3820>