



**HUBUNGAN KONDISI BUAH SAWIT TERHADAP STABILITAS WARNA  
MINYAK SAWIT**

***THE RELATIONSHIP BETWEEN OIL PALM FRUIT CONDITIONS AND THE  
COLOR STABILITY OF PALM OIL***

**Ika Ucha P Rangkuti<sup>1)\*</sup>, Muhammad Syukri<sup>2</sup>, Nurhida Yani Lubis<sup>3</sup>, Jenny  
Elisabeth<sup>4</sup>**

<sup>1,3</sup> Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Fakultas Vokasi, Institut  
Teknologi Sawit Indonesia, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Indonesia

<sup>4</sup> Program Studi Agribisnis Hortikultura, Politeknik Wilmar Bisnis Indonesia, Indonesia

\*Corresponding Email : [ucha@itsi.ac.id](mailto:ucha@itsi.ac.id)

***Abstract***

*This study aimed to determine the effect of fruit maturity levels on the oxidative color stability of crude palm oil (CPO) during heating. The fruit conditions used included unripe, ripe, overripe, and bruised. Samples were heated at 100°C for 0, 6, 12, 18, and 24 hours. The peroxide value and color (Red-Yellow) were measured using Lovibond Tintometer. The results showed that a combination of ripe and overripe fruits demonstrated the highest stability in both red and yellow colors, while mixtures involving bruised and unripe fruits showed significant degradation. Prolonged heating accelerated the degradation of carotenoid pigments. The study indicates that fruit maturity significantly affects the oxidative stability of palm oil color.*

**Keywords:** *Palm oil, Fruit maturity, Oxidative stability, Lovibond Tintometer, Carotenoid.*

**How to Cite:** Rangkuti, I.U.P., Syukri, M., Lubis, N.Y. & Elisabeth, J. (2025). Hubungan Kondisi Buah Sawit Terhadap Stabilitas Warna Minyak Sawit. Jurnal Agro Fabrica Vol.7 (1) : 71 – 83.

**PENDAHULUAN**

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan komoditas utama yang menghasilkan minyak sawit mentah (CPO) dan minyak inti sawit (PKO) yang banyak dimanfaatkan dalam industri pangan, energi, dan kosmetik (Lubis & Pratama, 2021). Fraksi kematangan buah merupakan suatu indikator kematangan tandan buah. Ada beberapa

tingkat kematangan buah seperti, buah mentah, buah matang, buah lewat matang dan buah memar. Kematangan Tandan Buah Segar (TBS) sangat memengaruhi rendemen dan mutu CPO dan untuk memperkirakan hasil panen secara kuantitas dan kualitas yang akan diperoleh (Rangkuti & Syahputra, 2019).

Pengendalian mutu merupakan cara yang banyak dilakukan untuk menjaga kualitas dari

produk yang dihasilkan dengan kata lain harus memenuhi standar (Nur, 2022).

Mutu CPO dipengaruhi oleh warna yang merupakan indikasi dari kandungan pigmen, terutama beta-karoten. Warna diuji menggunakan Lovibond Tintometer. Warna CPO terdiri dari pigmen alami dan hasil degradasi selama penyimpanan atau pemanasan.

Pengujian warna minyak dilakukan untuk mengetahui warna yang di sebabkan oleh keberadaan pigmen alami dalam minyak kelapa sawit, terutama beta-karoten. Warna minyak goreng sangat berpengaruh pada mutu dan kualitas CPO. Pengujian warna dilakukan menggunakan alat lovibond tintometer. Warna CPO terdiri atas 2 kategori, yaitu warna alamiah, dan zat warna hasil degradasi warna alamiah (Husain & Marzuki, 2021).

Menurut Rangkuti (2018) Bahwa kematangan buah dengan parameter buah mentah, buah matang dan buah lewat matang pada ketinggian tempat 650 m di atas permukaan laut (dpl) dan 850 m dpl berpengaruh terhadap rendemen, beta-karoten, senyawa tokol (tokoferol dan tokotrienol) minyak sawit mentah yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menunjukkan Rendemen minyak sawit mentah pada setiap ketinggian yakni ketinggian tempat 650 sampai dengan 850 meter diatas permukaan laut (m dpl) memiliki potensi dilihat dari rendemen. Rendemen tertinggi pada elevasi 650 m dpl dan 850 m dpl terdapat pada buah

lewat matang yakni 28 % dan 27 %. Tingkat kematangan yang baik digunakan dalam menyumbang rendemen dan komponen minor yang diukur melalui kandungan dan senyawa tokol terdapat pada buah matang.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi kematangan buah sawit terhadap kestabilan warna minyak sawit mentah saat pemanasan pada suhu 100°C dalam waktu 6, 12, 18, dan 24 jam.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mutu ITSI dan PPKS Medan selama Mei – Juli 2024.

### **A. Rancangan Penelitian**

Menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 3 ulangan. Data dianalisis dengan ANOVA, dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) 1% dan 5% jika signifikan.

1. Variabel bebas: kombinasi kondisi buah (mentah, matang, lewat matang, memar) dan lama pemanasan (0, 6, 12, 18, 24 jam)
2. Variabel terikat: nilai warna (Red & Yellow)

### **1. Alat dan Bahan**

#### **1. Alat**

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah Timbangan analitik, Erlenmeyer, gelas beaker, oven, desikator, thermometer. an alat utama yaitu Lovibond Tintometer

(AOCS Official Method Cc 13e-92). Alat ini memiliki akurasi tinggi dengan kemampuan pengukuran warna berdasarkan sistem skala Lovibond untuk warna merah (Red) dan kuning (Yellow). Dilengkapi dengan sel kaca 1 inch, alat ini mampu membaca sampel secara presisi di bawah pencahayaan standar.

## 2. Bahan

Adapun bahan yang digunakan adalah Tandan Buah Segar dari kebun ITSI yang bervariasi kematangannya.

## B. Pengamatan

Analisa dilakukan di PPKS menggunakan Lovibond Tintometer (AOCS Method Cc 13e-92). dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Sampel minyak sawit mentah dimasukkan ke dalam glass cell ukuran "1" dan pembacaan sesuai batas yang disebutkan dalam petunjuk alat.
- 2) Glass cell yang berisi sampel minyak sawit mentah diletakkan pada cabinet cahaya dekat dengan tabung pengamatan.
- 3) Warna minyak sawit mentah diukur menggunakan rak warna dengan rasio kuning (yellow) 10 dan merah (red).
- 4) Koreksi hingga pencocokan warna yang akurat diperoleh dengan menggunakan angka minimum dari

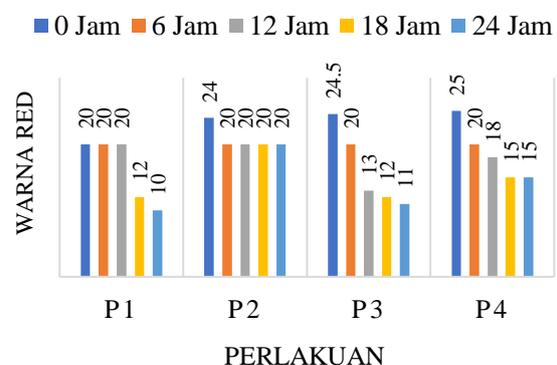
biru atau netral, dimana warna yang diperoleh tidak lebih dari biru 9,0 dan netral 3,0.

- 5) Hasil pembacaan warna merah dan kuning dari sampel minyak kemudian dicatat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengukuran Stabilitas Warna Red Pada Minyak Sawit Mentah

Pengujian warna minyak bertujuan untuk menilai mutu visual CPO, menggunakan alat Lovibond Tintometer. Pengujian stabilitas warna minyak sawit mentah berdasarkan variasi kondisi buah. Setiap perlakuan di uji berdasarkan empat kondisi buah berbeda P1 (Mentah + Matang), P2 (Matang + Lewat Matang), P3 (Matang + Memar) dan P4 (Mentah + Matang + Memar + Lewat Matang) dengan lama pemanasan 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam dengan suhu 100°C, maka didapatkanlah hasil analisa mutu dari stabilitas warna ini. Pengujian dilakukan di Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Berikut hasil Analisa mutunya dapat dilihat pada gambar 1



### Gambar 1. Stabilitas Warna Red

Berdasarkan gambar 1 diatas hasil pengujian stabilitas oksidatif warna red. Warna Red pada minyak sawit menunjukkan intensitas pigmen  $\beta$ -karoten, yaitu pigmen merah-oranye yang larut dalam minyak. Semakin tinggi nilai Red, semakin pekat kandungan karotenoid dalam minyak sawit. Nilai Red ini diukur menggunakan Lovibond Tintometer berdasarkan skala visual, sesuai dengan metode AOCS Cc 13e-92. Warna Red menjadi indikator penting dalam penilaian mutu CPO karena berkaitan dengan kandungan antioksidan alami serta kestabilan minyak terhadap pemanasan dan oksidasi dari lama pemanasan 100°C pada pemanasan 0 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama 20, Perlakuan kedua 24, Perlakuan Ketiga 24,5, Perlakuan Keempat 25. Pada pemanasan 6 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama, kedua, ketiga dan keempat 20. Pada pemanasan 12 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama 20, perlakuan kedua 20, perlakuan ketiga 13 dan pada perlakuan keempat 18. Pada pemanasan 18 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama 12, perlakuan kedua 20, perlakuan ketiga 12 dan perlakuan keempat 15. Pada pemanasan 24 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama 10, perlakuan kedua 20, perlakuan ketiga 11 dan perlakuan keempat 15.

Nasrullah *et al.*, (2020) menyebutkan bahwa nilai warna *Crude Palm Oil* (CPO) dari kebun-kebun kelapa sawit di dataran rendah yang dianalisa menggunakan lovibond tintometer yaitu maksimal 30 pada warna kuning dan maksimal 3,0 pada warna merah.

P1 nilai Red awal 20 tetap stabil hingga pemanasan 12 jam menunjukkan karotenoid dalam campuran buah mentah dan matang masih cukup stabil. Namun, terjadi penurunan tajam menjadi 12 pada 18 jam dan 10 pada 24 jam menandakan degradasi pigmen setelah batas waktu tertentu. Buah mentah yang memiliki kadar karotenoid rendah dan kadar air tinggi mempercepat oksidasi saat pemanasan jangka panjang sehingga meski awalnya stabil kombinasi ini tidak tahan terhadap pemanasan berkelanjutan.

P2 nilai Red tertinggi adalah 24 pada 0 jam namun turun menjadi 20 pada 6 jam dan stabil hingga 24 jam. Meskipun terjadi penurunan cepat di awal penurunan lebih lanjut tidak terjadi setelah 6 jam. Buah lewat matang cenderung memiliki karotenoid tinggi namun lebih rentan terhadap degradasi oksidatif karena rusaknya dinding sel. Degradasi awal yang cepat diikuti kestabilan setelah 6 jam menunjukkan bahwa senyawa yang mudah terdegradasi habis di awal pemanasan. Hal ini didukung (Hasibuan, 2020) Kadarkaroten semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan buah namun menurun dari buah

matang ke lewat matang dikarenakan karoten sudah mulai terdegradasi.

P3 nilai Red awal 24,5 turun secara bertahap menjadi 20 pada 6 jam, 13 pada 12 jam, 12 pada 18 jam, dan 11 pada 24 jam menunjukkan penurunan paling signifikan dan konsisten. Buah memar meningkatkan aktivitas enzim lipase yang mempercepat pembentukan radikal bebas yang menyerang senyawa karotenoid akibatnya warna merah pada minyak perlakuan P3 cenderung lebih tidak stabil.

P4 nilai Red awal 25, tertinggi di antara perlakuan lainnya kemudian turun bertahap menjadi 20 pada 6 jam, 18 pada 12 jam, 15 pada 18 jam, dan tetap 15 pada 24 jam. Meskipun terjadi penurunan P4 menunjukkan kestabilan yang lebih baik. Perlakuan ini menggunakan campuran berbagai kondisi buah, yang menunjukkan bahwa degradasi pigmen karotenoid dipengaruhi oleh kombinasi faktor seperti kadar air tinggi pada buah mentah. Kerusakandinding sel pada buah memar dan lewat matang serta kestabilan buah matang. Kombinasi ini menyebabkan penurunan bertahap tanpa penurunan drastis pada 24 jam. Buah sawit mengalami perubahan warna selama fase kematangan. Buah sawit mentah memiliki warna ungu kehitaman, kemudian berubah menjadi jingga dan pada buah matang pada umumnya berubah menjadi jingga

kemerahan hal ini juga berbanding lurus terhadap kandungan karoten yang terkandung (Rangkuti & Syahputra, 2019).

Secara keseluruhan penurunan warna *Red* pada minyak sawit mentah menunjukkan adanya degradasi karotenoid selama pemanasan. P1 dan P3 mengalami penurunan paling tajam di akhir pemanasan dan dapat diindikasikan memiliki stabilitas oksidatif yang rendah, ini menunjukkan bahwa keberadaan buah mentah atau buah memar secara signifikan menurunkan kestabilan warna. Buah mentah memiliki kandungan air lebih tinggi yang dapat memicu reaksi hidrolisis dan mempercepat pembentukan ALB. Sedangkan buah memar mempercepat reaksi autooksidasi karena kerusakan jaringan buah menyebabkan pelepasan enzim-enzim pro – oksidatif. Kedua kondisi ini mempercepat degradasi pigmen karotenoid.

Sedangkan Sebaliknya perlakuan P2 dan P4 menunjukkan penurunan yang lebih moderat, menandakan bahwa kombinasi buah matang dan lewat matang dan bahkan buah memar yang seimbang bisa memberikan kestabilan oksidatif yang lebih baik. Kemungkinan karena kandungan antioksidan awal yang lebih tinggi. Penurunan warna merah mencerminkan degradasi senyawa pelindung oksidasi, yang berdampak pada penurunan mutu dan umur simpan minyak sawit.

Untuk mengetahui apakah variasi kondisi buah memberikan pengaruh yang signifikan dari suhu atau tidak terhadap warna red, dilakukan Analisa menggunakan uji anova pada penelitian ini.

Table 4.1 Uji Analisa warna Red

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	Fhit	F - Tabel		Notasi
					5%	1%	
P	1173.7125	19	61.77434	1235.487	2.03	2.78	**
A	215.5125	3	71.8375	1436.75	2.84	4.31	**
B	714.15	4	178.5375	3570.75	2.61	3.82	**
A*B	244.05	12	20.3375	406.75	2	2.66	**
G	2	40	0.05				
Total	1175.7125	59	19.92733				

Table 4.2 Sidik Ragam warna Red

Perlakuan	Ulangan	Lama Pemanasan (100°C)					Total
		0 Jam	6 Jam	12 Jam	18 Jam	24 Jam	
1	1	20	20	20	12	10	82
	2	20	20	20	12	10	82
	3	20	20	20	12	10	82
Sub total		60	60	60	36	30	246
2	1	25	20	20	20	20	105
	2	24	20	20	20	20	104
	3	23	20	20	20	20	103
Sub total		72	60	60	60	60	312
3	1	24.5	20	13	12	11	80.5
	2	24.5	20	13	12	11	80.5
	3	24.5	20	13	12	11	80.5
Sub total		73.5	60	39	36	33	241.5
4	1	25	20	18	15	15	93
	2	25	20	18	15	15	93
	3	25	20	18	15	15	93
Sub total		75	60	54	45	45	279

Hasil ANOVA menunjukkan F hitung sebesar 406,75, melebihi F tabel pada taraf 5% (2,00) dan 1% (2,66), yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap hasil pengamatan. Sesuai prinsip dasar ANOVA, jika F hitung lebih besar dari F tabel, hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak, mengindikasikan perbedaan signifikan antar perlakuan. Oleh karena itu, perlakuan yang berbeda memberikan efek nyata, yang diuji lebih lanjut dengan uji Duncan.

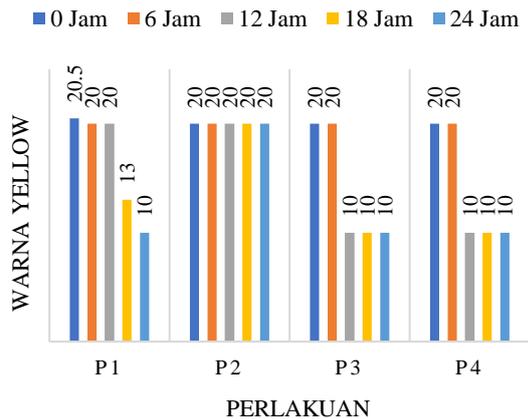
Table 4.3 DMRT warna Red

Perlakuan	Rata – Rata	DMRT Rata – Rata	Simbol
P3	241.5	241.7469	B
P1	246	246.2574	D
P4	279	279.2645	A
P2	312		C

Berdasarkan hasil uji DMRT, seluruh perlakuan (p1, p2, p3, p4) menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap parameter yang diuji. Tidak ada perlakuan yang berada dalam kelompok huruf yang sama, yang menunjukkan bahwa setiap perlakuan memiliki pengaruh yang signifikan dan berbeda terhadap nilai rata-rata parameter tersebut.

## 2. Pengukuran Stabilitas Warna Yellow Pada Minyak Sawit Mentah

Pengujian warna minyak bertujuan untuk menilai mutu visual CPO, menggunakan alat Lovibond Tintometer. Pengujian stabilitas warna minyak sawit mentah berdasarkan variasi kondisi buah. Setiap perlakuan di uji berdasarkan empat kondisi buah berbeda P1 (Mentah + Matang), P2 (Matang + Lewat Matang), P3 (Matang + Memar) dan P4 (Mentah +Matang + Memar + Lewat Matang) dengan lama pemanasan 0 jam, 6 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam dengan suhu 100°C, maka didapatkanlah hasil analisa mutu dari stabilitas warna ini. Pengujian dilakukan di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). Berikut hasil Analisa mutunya dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Stabilitas Warna *Yellow*

Berdasarkan gambar 4.3 diatas hasil pengujian stabilitas oksidatif warna dari lama pemanasan 100°C pada pemanasan 0 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama 20,5, Perlakuan kedua 20, Perlakuan Ketiga 20, Perlakuan Keempat 20. Pada pemanasan 6 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama, kedua, ketiga dan keempat 20. Pada pemanasan 12 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama 20, perlakuan kedua 20, perlakuan ketiga 10 dan pada perlakuan keempat 10. Pada pemanasan 18 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama 13, perlakuan kedua 20, perlakuan ketiga 10 dan perlakuan keempat 10. Pada pemanasan 24 jam mendapatkan hasil rata-rata dari perlakuan pertama 10, perlakuan kedua 20, perlakuan ketiga 10 dan perlakuan keempat 10.

Berdasarkan Gambar 2 nilai *Yellow* P1 awal sebesar 20,5 menurun sedikit menjadi 20, menunjukkan degradasi pigmen belum

signifikan di awal. Penurunan tajam ke 13 pada jam ke-12 hingga 18 menandakan kerusakan karotenoid akibat pemanasan berkepanjangan, dan terus turun ke 10 pada jam ke-24. Karotenoid pada buah mentah umumnya belum terdistribusi merata sehingga saat dicampur dengan buah matang ketidak homogenan struktur lipid mempercepat penurunan kestabilan warna kuning (Hasibuan, 2020).

P2 nilai *Yellow* stabil dari 0–24 jam. Stabilitas ini menunjukkan bahwa buah matang dan lewat matang mengandung karotenoid yang tidak hanya tinggi, tetapi juga lebih termostabil. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh peningkatan konsentrasi karotenoid selama proses kematangan serta menurunnya aktivitas enzim degradasi seperti lipoksigenase. Hal ini didukung (Hasibuan, 2020) Kadar karoten semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan buah namun menurun dari buah matang ke lewat matang dikarenakan karoten sudah mulai terdegradasi.

P3 nilai *Yellow* stabil di angka 20 hingga 6 jam lalu menurun tajam ke 10 pada jam 12–24. Buah memar menyebabkan kerusakan sel, meningkatkan paparan oksigen, dan mempercepat oksidasi. Proses ini mempercepat degradasi  $\beta$ -karoten terutama saat dipanaskan. Minyak dari buah memar cenderung lebih cepat mengalami kerusakan

karena peningkatan pembentukan radikal bebas yang mempercepat degradasi pigmen warna. Proses pemanasan juga mempercepat perubahan struktur  $\beta$ -karoten, sehingga menurunkan kualitas warna minyak sawit (Simanjuntak & Yuliana, 2020).

P4 nilai *Yellow* stabil di angka 20 hingga 6 jam lalu turun menjadi 10 pada jam 12–24. Kombinasi semua jenis buah meningkatkan ketidakstabilan. Buah memar dan mentah mempercepat degradasi sementara buah matang dan lewat matang tidak cukup menahan kerusakan. Ketidakstabilan warna kuning dipengaruhi oleh interaksi antar kondisi buah yang memicu oksidasi dan dekomposisi senyawa warna. Hal ini didukung (Hasibuan, 2020) Kadar karoten semakin meningkat dengan meningkatnya kematangan buah namun menurun dari buah matang ke lewat matang dikarenakan karoten sudah mulai terdegradasi.

Warna kuning (*yellow*) pada minyak sawit mencerminkan keberadaan pigmen karotenoid, terutama xantofil dan  $\beta$ -karoten. Pada penelitian ini, nilai *yellow* awal seluruh perlakuan berada di angka 20–20,5. Namun, hanya P2 (matang + lewat matang) yang menunjukkan kestabilan hingga akhir pemanasan (24 jam), menandakan kandungan karotenoid yang tinggi dan lebih tahan panas.

Sebaliknya, P1, P3, dan P4 mengalami penurunan tajam dimulai dari 12 jam pemanasan. P3 (buah matang + memar)

menunjukkan penurunan paling drastis, mengindikasikan bahwa kerusakan jaringan akibat buah memar mempercepat degradasi pigmen warna. Sementara P1 dan P4 juga menurun, tetapi dalam laju yang lebih lambat.

Berdasarkan pengamatan warna menggunakan Lovibond Tintometer, seluruh perlakuan menunjukkan nilai merah (*Red*) jauh di atas batas maksimum SNI 2901:2021 (3,0). Meski nilai kuning (*Yellow*) masih di bawah batas 30 intensitas warnanya tetap kuat. Nilai tertinggi *red* mencapai 25, dan *yellow* 20,5. Tingkat kematangan buah yang tinggi dan durasi pemanasan yang lama juga memicu degradasi karotenoid serta oksidasi pigmen, sehingga meningkatkan intensitas warna merah. Buah lewat matang dan memar turut mempercepat perubahan ini akibat aktivitas enzimatik dan kerusakan jaringan.

### **3. Kandungan Warna Red dan Yellow pada Minyak Sawit Berdasarkan Kondisi Buah Sawit**

Minyak sawit mengandung pigmen alami seperti karotenoid  $\beta$ -karoten dan xantofil yang memberi warna merah hingga kuning. Kandungan pigmen ini bervariasi berdasarkan tingkat kematangan buah sawit buah berpematang hingga over matang memiliki kadar karotenoid lebih tinggi dibanding buah yang masih mentah (Hidayati et al., 2025).

Berdasarkan penelitian perlakuan P2 menggunakan buah sawit matang hingga lewat matang. Menampilkan nilai warna merah (*Red*) dan kuning (*Yellow*) tertinggi serta menunjukkan kestabilan paling baik selama pemanasan. Sebaliknya, pada perlakuan P1 nilai awal warna merah sebesar 20 dan kuning sebesar 20,5 mengalami penurunan tajam setelah 12 jam pemanasan. Hasil ini mengindikasikan bahwa penggunaan buah mentah menyebabkan ketidakstabilan warna yang diduga karena rendahnya kandungan karotenoid serta tingginya kadar air dalam buah mentah. Stabilitas warna minyak sawit sangat dipengaruhi oleh kestabilan senyawa karotenoid, khususnya  $\beta$ -karoten. Selama proses pemanasan,  $\beta$ -karoten mudah mengalami degradasi oksidatif akibat paparan suhu tinggi dan interaksi dengan oksigen, yang menyebabkan penurunan intensitas warna merah dan kuning (Sembiring & Kartika, 2020).

Perlakuan P3 menunjukkan nilai awal warna *Red* sebesar 24,5 dan *Yellow* sebesar 20 namun terjadi penurunan warna yang tajam setelah 6 jam pemanasan. Hal ini disebabkan oleh kerusakan jaringan sel pada buah memar yang mempercepat reaksi oksidasi karotenoid. Sementara itu, perlakuan P4 memang menghasilkan warna awal tertinggi *Red* 25 dan *Yellow* 20 namun stabilitasnya rendah. Kombinasi buah dengan kondisi yang tidak

seragam, khususnya buah mentah dan memar menyebabkan ketidakseimbangan komposisi pigmen dan mempercepat reaksi degradasi termal dan oksidatif saat pemanasan. Kandungan air tinggi dari buah mentah juga memperburuk kestabilan warna karena meningkatkan laju reaksi oksidatif (Loganathan et al., 2020).

#### **A. Stabilitas Warna Merah Minyak Sawit Berdasarkan Berbagai Kondisi Buah**

Stabilitas warna merah (*Red*) dalam minyak sawit sangat tergantung pada kondisi fisik buah yang digunakan. Buah matang dan over matang P2 menghasilkan warna merah yang paling stabil dengan nilai *Red* tetap di angka 20 hingga akhir pemanasan 24 jam. Ini terjadi karena pada kondisi matang karotenoid berada dalam matriks lipid yang padat dan terlindungi, sehingga lebih tahan terhadap degradasi termal (Hong et al., 2020).

Perlakuan P1 menunjukkan penurunan nilai *Red* dari 20 menjadi hanya 10 setelah 24 jam pemanasan. Buah mentah mempercepat degradasi warna karena kadar airnya tinggi yang memicu hidrolisis dan menyediakan media untuk reaksi oksidatif termal yang merusak karotenoid.

Sementara itu, P3 mengalami penurunan drastis nilai *Red* dari 24,5 menjadi 11. Kerusakan jaringan akibat memar memecah

sel melepaskan enzim lipoksigenase dan peroksidase serta meningkatkan interaksi antara oksigen dan karotenoid sehingga mempercepat oksidasi pigmen dan degradasi warna (Hasan et al., 2022).

Perlakuan P4 menunjukkan penurunan sifat warna merah (*Red*) yang bertahap namun lebih moderat. Kombinasi buah matang dan over matang tampaknya menciptakan buffer alami terhadap degradasi pigmen meskipun buah mentah dan memar masih memberikan efek oksidatif negatif. Hal ini didukung oleh struktur matriks lipid dalam buah matang yang menyediakan lingkungan pelindung memperlambat laju oksidasi  $\beta$ -karoten terutama saat sel buah tetap relatif utuh (Smith et al., 2022).

### B. Stabilitas Warna Kuning Minyak Sawit Berdasarkan Berbagai Kondisi Buah

Stabilitas warna kuning (*Yellow*) minyak sawit mencerminkan ketahanan pigmen xantofil dan  $\beta$ -karoten selama pemanasan. hanya olahan dari buah matang dan over-matang P2 yang berhasil mempertahankan intensitas warna kuning hingga akhir 24 jam pemanasan. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi buah matang, pigmen karotenoid seperti  $\beta$ -karoten berinteraksi dengan lipid dan senyawa antioksidan alami seperti tokotrienol, membentuk matriks yang lebih stabil dan tahan terhadap degradasi termal serta oksidatif

selama pemanasan (Harahap & Wahyuni, 2021).

Perlakuan P1 dan P4 menunjukkan penurunan tajam nilai *Yellow* dari 20 menjadi 10 dalam waktu 12 jam pemanasan. Pada perlakuan P1 ketidak matangan Buah sawit yang belum matang sempurna menyebabkan distribusi karotenoid yang tidak merata serta tingginya kadar air mempercepat reaksi hidrolisis dan oksidasi pigmen xantofil dan  $\beta$ -karoten (Putra & Siregar, 2021).

Untuk mengetahui apakah variasi kondisi buah memberikan pengaruh yang signifikan dari suhu atau tidak terhadap warna red, dilakukan Analisa menggunakan uji anova pada penelitian ini.

Table 4.4 Uji Analisa Warna *Yellow*

Perlakuan	Ulangan	Lama Pemanasan (100C)					Total
		0 Jam	6 Jam	12 Jam	18 Jam	24 Jam	
1	1	20.5	20	20	13	9	82.5
	2	20.5	20	20	13	10	83.5
	3	20.5	20	20	13	11	84.5
Sub total		61.5	60	60	39	30	250.5
2	1	20	20	20	20	20	100
	2	20	20	20	20	20	100
	3	20	20	20	20	20	100
Sub total		60	60	60	60	60	300
3	1	20	20	10	10	10	70
	2	20	20	10	10	10	70
	3	20	20	10	10	10	70
Sub total		60	60	30	30	30	210
4	1	20	20	10	10	10	70
	2	20	20	10	10	10	70
	3	20	20	10	10	10	70
Sub total		60	60	30	30	30	210

Table 4.5 Sidik Ragam warna *Yellow*

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	Fhit	F – Tabel		Notasi
					5%	1%	
P	1369.913	19	72.10066	1442.013	2.03	2.78	**
A	365.5125	3	121.8375	2436.75	2.84	4.31	**
B	644.1	4	161.025	3220.5	2.61	3.82	**
A*B	360.3	12	30.025	600.5	2	2.66	**
G	2	40	0.05				
Total	1371.913	59	23.25275				

Hasil ANOVA menunjukkan F hitung 600,5, melebihi F tabel 5% (2,00) dan 1% (2,66). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa variasi kondisi buah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap penurunan warna yellow (Fhit > Ftabel pada 1%). Ini menegaskan bahwa tingkat kematangan dan kondisi fisik buah sawit sangat berpengaruh terhadap stabilitas warna minyak sawit mentah selama pemanasan. sehingga diperlukan uji lanjut (DMRT) untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan secara spesifik.

Table 4.6 DMRT

Perlakuan	Rata – Rata	DMRT Rata – Rata	Simbol
P3	210	210.2469	A
P4	210	210.2574	B
P1	250.5	250.7645	C
P2	300		D

Hasil uji DMRT menguatkan analisis sidik ragam bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata. Perlakuan P2 menunjukkan nilai tertinggi menandakan efek terbesar terhadap parameter yang diamati sedangkan P3 dan P4 memberikan pengaruh terendah dan tidak berbeda nyata, menunjukkan efek yang hampir setara.

## KESIMPULAN

Kondisi buah sawit berpengaruh nyata terhadap kestabilan warna merah (Red) dan kuning (Yellow) pada minyak sawit selama pemanasan. Perlakuan P2 (matang + lewat matang) menunjukkan kestabilan warna terbaik dengan nilai Red dan Yellow cenderung stabil hingga 24 jam pemanasan. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan karotenoid yang lebih tahan panas dan tersimpan dalam matriks lipid yang utuh.

Perlakuan P1 (mentah + matang) dan P4 (campuran semua kondisi buah) mengalami penurunan warna yang signifikan mulai dari 12 jam pemanasan. Buah mentah menyebabkan ketidakhomogenan distribusi karotenoid dan tingginya kadar air yang mempercepat degradasi melalui hidrolisis dan oksidasi.

Perlakuan P3 (matang + memar) mengalami penurunan paling tajam, terutama pada warna Yellow akibat kerusakan jaringan buah yang memicu aktivitas enzim pro-oksidaif dan mempercepat reaksi oksidasi.

Secara keseluruhan, kombinasi buah matang dan lewat matang mampu memberikan perlindungan terhadap degradasi pigmen, sementara keberadaan buah mentah dan memar mempercepat kerusakan warna akibat reaksi termal dan oksidaif

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih yang sebesar – besarnya kepada Kementrian Pendidikan,

Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi atas dukungan dan pendanaan yang telah diberikan kepada dosen pemula dalam pelaksanaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Lubis, N.H. & Pratama, D.R. (2021). Potensi pemanfaatan CPO dan PKO dalam industri hilir berbasis kelapa sawit. *Jurnal Agro Teknologi Tropika*, 5(2), 45–52.
- Hasan, M. U., Malik, A. U., & Khan, S. (2022). Enzymatic degradation of carotenoids: impact of cell damage and oxygen exposure during fruit processing. *Postharvest Biology and Technology*, 188: 111902.
- Harahap, T.A. & Wahyuni, R. (2021). Interaksi antara karotenoid dan senyawa antioksidan dalam minyak sawit selama pemanasan. *Jurnal Teknologi Perkebunan Tropis*, 5(1), 33–40.
- Hasibuan, A.(2020). Kandungan Karoten Minyak Sawit Berdasarkan Tingkat Kematangan Buah. *Jurnal Teknologi Hasil Perkebunan*, 3(2), 45–52.
- Hidayati, S., Pratiwi, N. & Ramadhan, A. (2025). Pengaruh Pemanasan Suhu Tinggi terhadap Stabilitas Kimia dan Kualitas Sensoris Minyak Sawit Merah. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 14(1): 215–225
- Hong, K. M., Indrawati, R. & Brotosudarmo, T. H. P. (2020). Thermal degradation kinetics of encapsulated palm carotenes using different combination of wall materials. *Journal of Natural Pigments*, 2(1): 21–25.
- Husain, F., & Marzuki, M. (2021). Pengaruh Waktu Pemanasan terhadap Warna Minyak Sawit. *Jurnal Industri Sawit*, 4(1), 30–37.
- Loganathan, R., Tarmizi, A. H. A., Vethakkan, S. R. & Teng, K. T. (2020). Nutritional quality of selected commercially available seed oils and effect of storage conditions on their oxidative stability. *Journal of Oleo Science*, 69(10): 1163–1179.
- Sembiring, R.T. & Kartika, M.D. (2020). Pengaruh suhu dan oksigen terhadap stabilitas  $\beta$ -karoten dalam minyak sawit. *Jurnal Teknologi Hasil Perkebunan*, 4(1), 15–23.
- Nasrullah, R., Putra, H., & Ningsih, L. (2020). Standar Warna Minyak Sawit Berdasarkan SNI. *Jurnal Standardisasi Perkebunan*, 2(1), 12–20.
- Nur, S. (2022). Pengendalian Mutu dalam Industri Minyak Sawit. Buku Ajar. Medan: ITS Press.

- Putra, R.A. & Siregar, M.I. (2021). Stabilitas warna minyak sawit terhadap variasi kematangan buah dan kandungan air. *Jurnal Teknologi Agroindustri Sawit*, 5(1), 27–34.
- Rangkuti, I. U. (2018). Pengaruh Ketinggian Tempat terhadap Rendemen dan Komponen Minor Minyak Sawit. *Jurnal Agro Industri Tropika*, 6(2), 41–47.
- Rangkuti, I. U., & Syahputra, M. (2019). Analisis Rendemen dan Komponen Minor Minyak Sawit Berdasarkan Ketinggian Tempat. *Jurnal Agro Fabrica*, 3(2), 65–70.
- Simanjuntak, R.M. & Yuliana, N. (2020). Degradasi  $\beta$ -karoten pada minyak sawit akibat pemanasan dan kerusakan mekanis buah. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian Tropika*, 4(2), 58–65.
- Smith, J. A., Lee, C. Y. & Tan, H. M. (2022). Interaction of carotenoids and tocopherols in mixed maturity palm oil: Effects on color stability and oxidative behavior during heating. *Food Chemistry*, 380: 132183.