

### III. METODE PENELITIAN

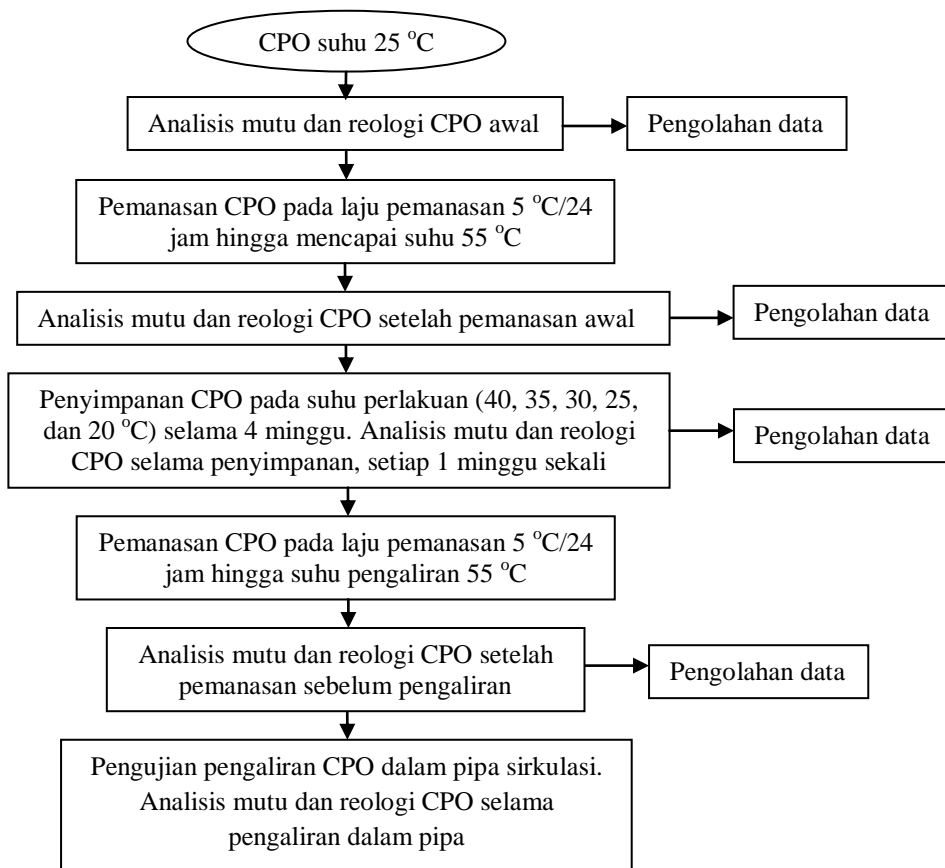
#### A. BAHAN DAN ALAT

Bahan utama yang digunakan di dalam penelitian ini adalah minyak sawit kasar (*crude palm oil*/CPO) yang diperoleh dari PT Sinar Meadow Internasional Indonesia, Jakarta. Bahan pendukung yang digunakan di dalam penelitian ini adalah bahan-bahan kimia untuk analisis, yaitu: air destilata, etanol 95%, NaOH, indikator fenolftalein, sikloheksana, larutan Wijs, KI, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, indikator kanji, n-heksana dan iso-oktana.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah inkubator, lemari pendingin, pemanas (*hot plate*), termometer, pipa sirkulasi skala laboratorium, Haake *Rotoviscometer* RV20, spektrofotometer, neraca analitik, buret, erlenmeyer bertutup, pipet Mohr, pipet tetes, gelas piala, gelas ukur, batang pengaduk, sudip, dan corong.

#### B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibagi menjadi lima tahap, yaitu: (1) analisis mutu dan reologi CPO awal, (2) analisis mutu dan reologi CPO setelah pemanasan awal, (3) analisis mutu dan reologi CPO selama penyimpanan, (4) analisis mutu dan reologi CPO setelah pemanasan sebelum pengaliran, dan (5) analisis mutu dan reologi CPO selama pengaliran dalam pipa. Diagram alir tahap penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram alir penelitian karakteristik CPO selama penyimpanan dan pengaliran dalam pipa.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data karakteristik mutu dan reologi CPO selama penyimpanan dan pengaliran dalam pipa. Sebelum dilakukan perlakuan selanjutnya, CPO dianalisis mutu dan reologi awal pada suhu 25 °C. Ketika CPO tiba dari pabrik kelapa sawit (PKS), dilakukan pemanasan hingga mencapai suhu 50-55 °C. Pemanasan dilakukan untuk mempermudah proses bongkar muatan ketika CPO akan dipindahkan ke tangki penyimpanan. Untuk mengetahui pengaruh pemanasan ketika proses bongkar muatan terhadap mutu dan reologi CPO, maka dilakukan analisis mutu dan reologi terhadap CPO yang telah dipanaskan hingga mencapai suhu 55 °C.

Selama penyimpanan, suhu dan lama penyimpanan juga berpengaruh terhadap karakteristik CPO. Suhu penyimpanan yang direkomendasikan oleh CODEX Alimentarius Commison (CAC) (2005) adalah suhu penyimpanan 32-40 °C. Pada penelitian ini dilakukan penyimpanan CPO pada suhu penyimpanan 20, 25, 30, 35, dan 40 °C selama 4 minggu penyimpanan. Selain penyimpanan CPO pada kisaran suhu yang direkomendasikan CAC (2005), dilakukan juga penyimpanan pada suhu yang lebih rendah, yaitu 20, 25, dan 30 °C. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penyimpanan CPO pada berbagai suhu penyimpanan yang diujikan terhadap parameter mutu maupun reologi CPO.

Sebelum dialirkan, CPO perlu dipanaskan hingga mencapai suhu pengaliran yaitu 50-55 °C. Pemanasan tersebut dilakukan untuk melelehkan kristal lemak pada CPO, sehingga CPO lebih mudah untuk dialirkan. Setelah mengalami pemanasan kembali untuk mencapai suhu pengaliran, mutu dan sifat reologi CPO mengalami perubahan. Untuk mengetahui pengaruh pemanasan hingga mencapai suhu pengaliran CPO, maka dilakukan analisis mutu dan reologi terhadap CPO yang telah dipanaskan kembali hingga mencapai suhu 55 °C.

Praktik yang terjadi dalam pengaliran CPO dalam sistem pipa berlangsung pada kondisi panas di dalam sistem pipa yang berpemanas atau berisolasi untuk mencegah pematatan selama proses pengaliran. Selama pengaliran sangat memungkinkan terjadinya penurunan mutu CPO, karena pengaliran dilakukan dalam kondisi panas. Selain itu, sifat reologi CPO juga dapat mengalami perubahan akibat pengaruh suhu yang berubah-ubah selama pengaliran CPO. Untuk mengetahui profil perubahan mutu dan sifat reologi CPO selama pengaliran maka dilakukan analisis mutu dan sifat reologi CPO selama pengujian pengaliran CPO dalam sistem pipa.

#### 1. Analisis Mutu dan Reologi CPO Awal

Sampel CPO yang digunakan merupakan sampel yang baru dihasilkan industri pengolah CPO, serta belum mengalami proses transportasi dan penyimpanan dalam waktu yang lama. Analisis mutu CPO yang dilakukan meliputi kadar asam lemak bebas, bilangan iod, kadar karoten dan DOBI (*deterioration of bleachability index*).

Penentuan kadar asam lemak bebas dan bilangan iod dilakukan berdasarkan metode SNI 01-2901-2006, sementara penentuan kadar karotenoid dan DOBI dilakukan berdasarkan metode PORIM 1995. Analisis dilakukan sebanyak 2 ulangan (duplo) untuk setiap parameter mutu yang diujikan. Sementara analisis sifat reologi CPO dilakukan dengan menggunakan Haake *Rotoviscometer* RV20 sebanyak 2 ulangan. Sifat reologi CPO dilihat dari indeks tingkah laku aliran ( $n$ ) dan indeks konsistensi aliran ( $K$ ) berdasarkan Persamaan *power law*.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## 2. Analisis Mutu dan Reologi CPO Setelah Pemanasan Awal

Analisis mutu dan reologi CPO pada tahap ini dilakukan untuk melihat pengaruh pemanasan awal sebelum penyimpanan terhadap parameter mutu dan reologi CPO. CPO yang telah dianalisis mutu serta reologi pada tahap sebelumnya, kemudian dipanaskan di dalam inkubator hingga suhu 55 °C dengan kenaikan suhu 5 °C/24 jam. Pemanasan dilakukan untuk mencapai suhu pengaliran sesuai dengan rekomendasi CODEX Alimentarius Commison (CAC 2005). Setelah suhu pemanasan tercapai, kembali dilakukan analisis mutu dan reologi CPO seperti yang dilakukan pada tahap sebelumnya.

## 3. Analisis Mutu dan Reologi CPO Selama Penyimpanan

Pada tahap ini dilakukan simulasi proses penyimpanan CPO pada kondisi suhu penyimpanan tertentu dengan skala laboratorium. CPO yang telah dipanaskan hingga suhu 55 °C disimpan pada kondisi suhu penyimpanan yang berbeda-beda. Suhu penyimpanan yang dicobakan adalah 20, 25, 30, 35, dan 40 °C, dengan waktu penyimpanan selama 4 minggu. Untuk sampel yang disimpan pada suhu lebih besar atau sama dengan 25 °C, suhu diatur dengan cara menyimpan sampel CPO dalam inkubator yang dilengkapi pengatur suhu. Sedangkan untuk suhu di bawah 25 °C, penyimpanan dilakukan dalam lemari pendingin yang memiliki pengatur suhu. Analisis mutu dan sifat reologi CPO dilakukan setiap minggu terhadap setiap sampel yang disimpan pada suhu penyimpanan yang dicobakan.

## 4. Analisis Mutu dan Reologi CPO Setelah Pemanasan Sebelum Pengaliran

Sampel CPO yang telah disimpan selama 4 minggu pada suhu penyimpanan yang diujikan kemudian dipanaskan kembali hingga mencapai suhu maksimal pengaliran sesuai rekomendasi CAC (2005) yaitu suhu 55 °C. Sampel CPO dipanaskan dengan kenaikan suhu sebesar 5 °C/24 jam. Setelah suhu pemanasan tercapai, sampel kemudian dianalisis mutu dan sifat reologinya.

## 5. Analisis Mutu dan Reologi CPO Selama Pengaliran dalam Pipa

Untuk pengujian pengaruh proses pengaliran CPO terhadap mutu dan reologi CPO, dilakukan pengaliran sampel CPO pada sistem pipa sirkulasi skala laboratorium yang dilengkapi dengan pompa pendorong aliran. Pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal Merk Grundfos, Tipe NS Basic 13-18, yang mampu mengalirkan fluida dengan debit (Q) 3.6-17 m<sup>3</sup>/jam (setara dengan debit 1-4.7 L/detik). Pipa yang digunakan terbuat dari bahan *stainless steel* dengan diameter dalam 1 inci dan panjang 13 meter. Pada pipa tersebut dipasang termokopel pada beberapa titik yang kemudian dihubungkan dengan termorekorder, sehingga suhu selama pengaliran dapat diamati. Sistem pipa sirkulasi yang digunakan dalam simulasi pengaliran dapat dilihat pada Gambar 9.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- Keterangan :
1. Pipa *stainless steel* diameter dalam 1 inci dan panjang 13 meter
  2. Tangki pemanas
  3. Pengatur laju aliran
  4. Termorekorder
  5. Pompa sentrifugal

Gambar 9. Sistem pipa sirkulasi skala laboratorium.

Sampel CPO yang digunakan untuk simulasi pengaliran, sebelumnya dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu 55 °C. Setelah suhu pengaliran tercapai, dilakukan pengaliran sampai suhu CPO menurun hingga mencapai kondisi isothermal, yang ditandai dengan tidak terjadinya penurunan suhu lagi (suhu konstan), sambil diamati perubahan mutu serta sifat reologinya.

## 6. Prosedur Analisis

### 6.1. Pengukuran kadar asam lemak bebas (BSN 2006)

Penentuan kadar asam lemak bebas dilakukan berdasarkan metode SNI 01-2901-2006. Kadar asam lemak bebas dihitung sebagai persentase berat (b/b) dari asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak sawit mentah (CPO) dimana berat molekul asam lemak bebas tersebut dianggap sebesar 25.6 (sebagai asam palmitat). Sampel yang diuji dipanaskan pada suhu 60-70 °C, diaduk hingga homogen. Kemudian sampel seberat 5 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Sebanyak 50 mL etanol 95% atau isopropanol yang sudah dinetralkan ditambahkan ke dalam erlenmeyer. Sampel dipanaskan dalam penangas air dan diatur suhunya pada 40 °C sampai contoh minyak larut semua. Selanjutnya ditambahkan larutan indikator fenolftalein sebanyak 1-2 tetes. Sampel dititrasi dengan titrat sambil digoyang-goyang hingga mencapai titik akhir yang

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda yang stabil minimal 30 detik. Penggunaan larutan titrat yang digunakan (mL) dicatat. Analisis dilakukan sekurang-kurangnya duplo dan perbedaan antara kedua uji tidak boleh melebihi 0.05%. Persentase asam lemak dihitung sebagai asam palmitat berdasarkan rumus pada Persamaan 5.

$$\text{Kadar ALB (\%)} = \frac{25.6 \times N \times V}{W} \quad (5)$$

Keterangan :

V : Volume titrat yang digunakan (mL)

N : Normalitas larutan titrat

W : Berat sampel (g)

25.6 : Konstanta untuk menghitung kadar asam lemak bebas sebagai asam lemak palmitat

## 6.2. Pengukuran bilangan iod (BSN 2006)

Penentuan bilangan iod dilakukan berdasarkan metode SNI 01-2901-2006. Bilangan iod dinyatakan sebagai gram iod yang diserap per 100 gram minyak. Sampel yang diuji dilelehkan pada suhu 60-70 °C, dan diaduk hingga rata. Sebanyak 0.4-0.6 gram sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer bertutup 250 atau 500 mL, lalu ditambahkan sebanyak 15 mL sikloheksana ke dalam erlenmeyer untuk melarutkan larutan uji tersebut. Sebanyak 25 mL larutan Wijs ditambahkan ke dalam erlenmeyer dengan menggunakan pipet, lalu erlenmeyer tersebut ditutup. Erlenmeyer dikocok dan disimpan dalam ruang gelap selama 30 menit. Sebanyak 10 mL larutan KI 10% dan 50 mL air suling ditambahkan ke dalam erlenmeyer. Erlenmeyer ditutup dan dikocok, kemudian dilakukan titrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0.1N sampai terjadi perubahan warna dari biru tua menjadi kuning muda. Selanjutnya dilakukan penambahan 1-2 mL indikator kanji, titrasi dilanjutkan sampai warna birunya hilang setelah dikocok kuat-kuat. Dilakukan penetapan sekurang-kurangnya duplo, dan perbedaan antara kedua hasil uji tidak boleh lebih besar dari 0.05. Bilangan iod dihitung berdasarkan rumus pada Persamaan 6.

$$\text{Bilangan iod (g iod/100 g)} = \frac{12.69 N (V_2 - V_1)}{W} \quad (6)$$

Keterangan:

N : Normalitas larutan standar natrium tiosulfat 0.1 N

V<sub>2</sub> : Volume larutan natrium tiosulfat 0.1 N blanko

V<sub>1</sub> : Volume larutan natrium tiosulfat 0.1 N contoh

12.69 : Konstanta untuk menghitung bilangan iod

W : Berat sampel (g)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

### 6.3. Pengukuran kadar karotenoid (PORIM 1995)

Sampel ditimbang sebesar 0.1 g ke dalam labu takar 25 mL, kemudian ditepatkan hingga tanda tera dengan n-heksana. Pengenceran dilakukan apabila absorbansi yang diperoleh nilainya lebih dari 0.700. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 446 nm dengan kuvet (lebar 1 cm). Konsentrasi karotenoid dalam sampel minyak sawit dihitung menggunakan panjang gelombang 446 nm menggunakan kuvet 1 cm dengan pelarut heksana. Kadar karotenoid diukur berdasarkan rumus pada Persamaan 7.

$$\text{Karoten (ppm)} = \frac{25 \times 383 \times (A_s - A_b)}{100 \times W} \quad (7)$$

Keterangan :

- W : Berat sampel (g)  
 A<sub>s</sub> : Absorbansi sampel  
 A<sub>b</sub> : Absorbansi blanko

### 6.4. Pengukuran nilai DOBI (PORIM 1995)

Sampel ditimbang sebanyak 0.04 g dalam labu ukur 25mL yang telah ditentukan berat kosongnya. Sampel dilarutkan dengan pelarut Iso-oktana p.a. sampai batas garis labu dan digoncang agar minyak atau lemak larut sempurna. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 446 nm (A<sub>b</sub>) dan 269 nm (A<sub>s</sub>). Nilai DOBI dihitung berdasarkan rumus pada Persamaan 8.

$$\text{DOBI} = \frac{A_b}{A_s} \quad (8)$$

Keterangan :

- A<sub>b</sub> : Absorbansi contoh pada panjang gelombang 446 nm  
 A<sub>s</sub> : Absorbansi contoh pada panjang gelombang 269 nm

### 6.5. Pengukuran sifat reologi CPO

Pengukuran sifat reologi dilakukan menggunakan Haake *Rotoviscometer* RV20 (Gambar 10) dengan sistem pengukuran M5. Sistem sensor yang digunakan adalah sensor NV yang terdiri atas sebuah silinder ko-aksial dengan dua celah/gap (celah dalam = 0.35 mm; celah luar = 0.4 mm). Perlakuan suhu selama percobaan dikontrol oleh *thermocontroller* yang diatur melalui program Haake *Rotoviscometer* RV20. Selanjutnya sampel dikenai *shear rate* pada kisaran 1-400 s<sup>-1</sup>, sehingga dapat diperoleh data gaya geser (*shear stress*) pada suhu tersebut. Sifat aliran fluida ditentukan dengan model *power law* dan dihitung nilai *n* (indeks tingkah laku aliran/*flow behaviour index*) dan nilai *K* (indeks konsistensi aliran/*consistency index*). Data logaritma *shear rate* dan *shear stress* diplotkan untuk memperoleh persamaan *power law*, dengan data log *shear rate* sebagai aksis (sumbu x) dan log *shear stress* sebagai ordinat (sumbu y). Dari persamaan *power law* (regresi linier) yang diperoleh kemudian ditentukan nilai *n* dan *K*. Nilai *n* diperoleh dari *slope* persamaan *power law*, sedangkan nilai *K* diperoleh dari antilogaritma intersep persamaan *power law* berdasarkan Persamaan 9.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

$$\log \tau = \log K + n \log \gamma \quad (9)$$

$\tau$  : Shear stress

$\gamma$  : Shear rate

$n$  : Indeks tingkah laku aliran

$K$  : Indeks konsistensi aliran



Gambar 10. Haake Rotoviscometer RV20.