

### III. PENELITIAN KAJIAN I

#### A. Pendahuluan

Komponen kimia dalam buah sawit dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kualitas dan jenis bibit tanaman, cara budidaya, tempat tumbuh (iklim), panen dan pasca panen. Demikian juga perubahan kualitas tandan buah sawit segar sebagai bahan baku di pabrik kelapa sawit yang menghasilkan crude palm oil (CPO) dapat terjadi karena penyimpanan dan penundaan pengolahan (Krisdiarto *et al.*, 2017; Tan *et al.*, 2017). Berdasarkan Surat Keputusan Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia tahun 2018, TBS akan di olah di pabrik kelapa sawit maksimal 24 jam setelah dipanen (Departemen Pertanian Republik Indonesia, 2018). Di beberapa perusahaan setelah panen TBS maksimal 12 jam harus sudah dilakukan pengolahan. Sharif *et al.*, (2017); Noviar *et al.*, (2016) kerusakan minyak termasuk komponen yang ada dapat terjadi karena proses oksidasi dan hidrolisa akibat adanya penyimpanan, sistem transportasi yang tidak baik. Komponen mutu minyak sawit dalam buah sawit adalah kandungan karoten dan nilai angka iodin. Karoten adalah zat warna kuning sampai merah jingga yang menyebabkan warna CPO sedangkan angka peroksida adalah menunjukkan ketidakjenuhan asam lemak penyusun minyak sawit.

Selain adanya penyimpanan, tingkat kemasakan TBS juga mempengaruhi sifat dan komponen di dalamnya, antara lain komposisi asam lemak, kandungan minyak, kandungan karoten (Ali *et al.*, 2014). TBS yang akan diolah di pabrik kelapa sawit harus masak optimal, namun fakta di lapangan masih ada yang mentah, lewat masak, dan buah yang lepas dari tandannya (brondolan). Minyak sawit terdiri tersusun atas asam lemak-asam lemak yang jenuh dan tidak jenuh. Afshin *et al.*, (2011); Lee & Ong (1986), komponen utama asam lemak jenuh minyak kelapa sawit mentah (CPO) adalah asam lemak palmitat ( $C_{16}H_{32}O_2$ ), stearat ( $C_{18}H_{36}O_2$ ), miristat ( $C_{14}H_{28}O_2$ ) dan asam lemak tidak jenuhnya adalah asam lemak oleat ( $C_{17}H_{33}COOH$ ), linoleat ( $C_{17}H_{31}COOH$ ).

Kualitas tandan buah sawit yang dihasilkan dari tanaman sawit sangat mempengaruhi dari sifat dan jumlah minyak sawit yang dihasilkan. Setelah panen hasil perkebunan termasuk tandan buah sawit masih mengalami proses respirasi dan aktivitas fisiologi yang dapat menyebabkan perubahan komponen yang ada di dalam

TBS diantara kandungan karoten dan bilangan iodin yang merupakan salah satu parameter dalam menentukan kualitas minyak yang terkandung di dalamnya. Sedangkan kriteria TBS yang dipanen adalah yang masak optimal biasanya kandungan kandungan minyaknya paling tinggi tentunya diikuti dengan kandungan karoten dan tingkat ketidakjenuhan asam lemaknya yang tinggi pula. Sesuai SNI 01-2901-2006 bahwa standard mutu minyak kelapa sawit mentah pada nilai bilangan iodin sebesar 50-55 g yodium/100g, Codex, stan210-1999 untuk kadar karoten sebesar 500 ppm (Badan Standarisasi Nasional, 2006). Hasibuan (2012) kadar karoten CPO Indonesia dari 205 sampel adalah 420 (range 138-611). Tagoe *et al.*, (2012); Listia *et al.*, (2015); Prayogi *et al.*, (2016) ada hubungan antara umur tanaman, tempat tumbuh, buah yang membrondol terhadap sifat minyak kelapa sawit yang dihasilkan. Oettli *et al.*, (2018) iklim juga sangat mempengaruhi produksi tandan buah sawit dan minyak sawit.

Permasalahan yang ada adalah bahwa TBS yang dipanen tidak semuanya pada tingkat kemasakan yang optimal, masih ada yang mentah, lewat masak bahkan sudah membrondol (buah yang lepas dari tandannya secara alami) pada tingkat kemasakan tersebut tentunya memiliki karakteristik bilangan iodin dan kadar karoten yang berbeda-beda. Disisi lain setelah dipanen ada TBS tidak langsung diolah atau tertunda pengolahannya akibat masalah transportasi yang tidak baik yang sering disebut restan, ada yang hari itu tidak langsung dibawa ke pabrik yang diakibatkan transportasi yang kurang baik, akibat antrian saat masuk ke pabrik. Adanya kondisi seperti ini tentunya dapat mempengaruhi kandungan karoten dan bilangan iodin (ketidakjenuhan asam lemak) yang merupakan indikator kualitas minyak sawit. Berdasar SK Nomor 01/PERMENTAN/KB.120/i/2018, TBS yang diolah dipabrik tidak boleh lebih dari 24 jam setelah panen (Departemen Pertanian Republik Indonesia, 2018).

Karoten merupakan senyawa non trigliserida dan termasuk minor komponen yang terkandung dalam minyak sawit yang menjadikan warna minyak sawit kuning orange sampai kemerahan. Kandungan karoten pada umur dan kondisi buah sawit (mentah, masak, lewat masak dan brondolan) tentunya dapat bervariasi biasanya antara 500 – 700 ppm (Corley and Tinker, 2016; Ulfah *et al.*, 2016; Ali *et al.*, 2014). Komponen karotenoid adalah  $\alpha$ -karotenoid,  $\beta$ -karotenoid,  $\gamma$ - karotenoid dan yang paling tinggi adalah  $\beta$ -karotenoid. Dalam minyak sawit adanya kandungan zat warna

kuning sampai merah (antosianin, karotenoid) yang tinggi dapat sebagai indikator tingginya kandungan antioksidan alami yaitu tokoferol atau vitamin E yang merupakan senyawa hidrokarbon tidak jenuh terbentuk dari 8 molekul isoprena dan jika minyak terhidrogenasi maka karoten juga terhidrogenasi sehingga intensitas warna kuningnya berkurang. Kerusakan karotenoid dapat disebabkan aktivitas enzim oksidatif dan agen oksidasi lainnya, adanya penyimpanan, suhu dan aktivitas air dapat menurunkan kadar karotenoid (Hafiz *et al.*, 2012; Imoisi *et al.*, 2015). Secara fisiologis karotenoid dapat sebagai penghantar elektron dalam fotosintesis. Biosintesis karotenoid sebagai salah satu bentuk isoprenoid (senyawa-senyawa turunan isoprena) pembentukannya melalui jalur MEP suatu cabang siklus calvin, berlangsung di plastida.

Tingkat ketidakjenuhan dari minyak sawit ditunjukkan oleh nilai angka iodin, semakin tinggi nilainya maka ketidakjenuhannya semakin tinggi pula, berdasarkan SNI standard angka iodin CPO adalah 45-46 (Badan Standarisasi Nasional, 2006; Hasibuan, 2012). Semakin tinggi nilai angka iodin maka semakin baik hal ini dikarenakan jika digunakan untuk minyak goreng atau produk turunannya berdampak positif terhadap kesehatan manusia. Disini lain dengan adanya asam lemak tak jenuh yang memiliki ikatan rangkap, akan mudah teroksidasi menghasilkan senyawa hidroperoksida sebagai hasil primernya dan jika kerusakan berlanjut akan terbentuk asam lemak bebas. Untuk itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji perubahan karakteristik pada tingkat kemasakan dan lama penundaan proses (simpan) tandan buah sawit.

## **B. Metode Penelitian**

### **1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium INSTIPER Yogyakarta, laboratorium Kimia Pangan dan Biokimia Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta Jawa Tengah, laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dan di kebun INSTIPER Ungaran Jawa Tengah. Waktu penelitian dilaksanakan selama 12 bulan.

## 2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah Tandan buah sawit jenis *Tenera* (Damimas) produksi dari kebun INSTIPER di Ungaran Jawa Tengah.

Bahan kimia untuk analisis laboratorium yaitu ethyl alkohol, sodium hidrosida, indikator thymolblue 1% dalam alkohol 95%, larutan asam asetat:chloroform (3:2 v/v), larutan kalium Iodida (KI), karbontetrachlorida ( $\text{CCL}_4$ ), amilum 1%, Na-thiosulfat 0,1 N, larutan Wijs, n-hexana dari Merck.

Peralatan yang digunakan adalah peralatan gelas laboratorium, buret, soxhlet, oven, pres hiddrolik (kapasitas 3 kg, tekanan 1,5 bar), timbangan digital, spektrofotometer UV-Vis Shimadzu 1240, kromatografi gas GCMS-QP2010S Shimadzu, kolom Rtx 5 MS pada suhu awal  $50^\circ\text{C}$  dan ditahan selama 5 menit, kemudian dinaikkan menjadi  $260^\circ\text{C}$  dengan  $5^\circ\text{C}/\text{menit}$ , gas pembawa Helium.

## 3. Tata Laksana Penelitian

Pada penelitian Kajian I yang telah dilakukan untuk mengkaji tingkat kemasakan dan lama penundaan proses (*restan*) tandan buah sawit terhadap karakteristik dan profil asam lemak minyak sawit yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 2. Rancangan percobaan yang digunakan adalah **Rancangan Faktorial** dengan 2 faktor.

**Faktor I adalah tingkat kemasakan tandan buah sawit (R)** yang terdiri 4 taraf

yaitu : R1 = Mentah                      R3 = Lewat Masak

R2 = Masak                              R4 = Brondolan

**Faktor II adalah lama waktu tunda proses/restan (U)** yang terdiri 3 taraf yaitu:

U1= lama penundaan proses 12 jam

U2= lama penundaan proses 36 jam

U3= lama penundaan proses 60 jam

Adapun tahapan pelaksanaan penelitiannya pada kajian I dimulai dari survey tanaman kelapa sawit yang menghasilkan (TM) di kebun INSTIPER di Ungaran Jawa Tengah dan memilih blok tanaman yang akan dijadikan sampel untuk dipanen tandan buah sawitnya dengan umur tanaman antara 6–12 tahun. Memilih tandan buah sawit (TBS) yang akan digunakan/dipanen sesuai tingkat kemasakannya (mentah, masak, lewat masak) dilanjutkan dengan melakukan pemanenan tandan buah sawit dan mengambil/mengutip brondolan yang ada di piringan.

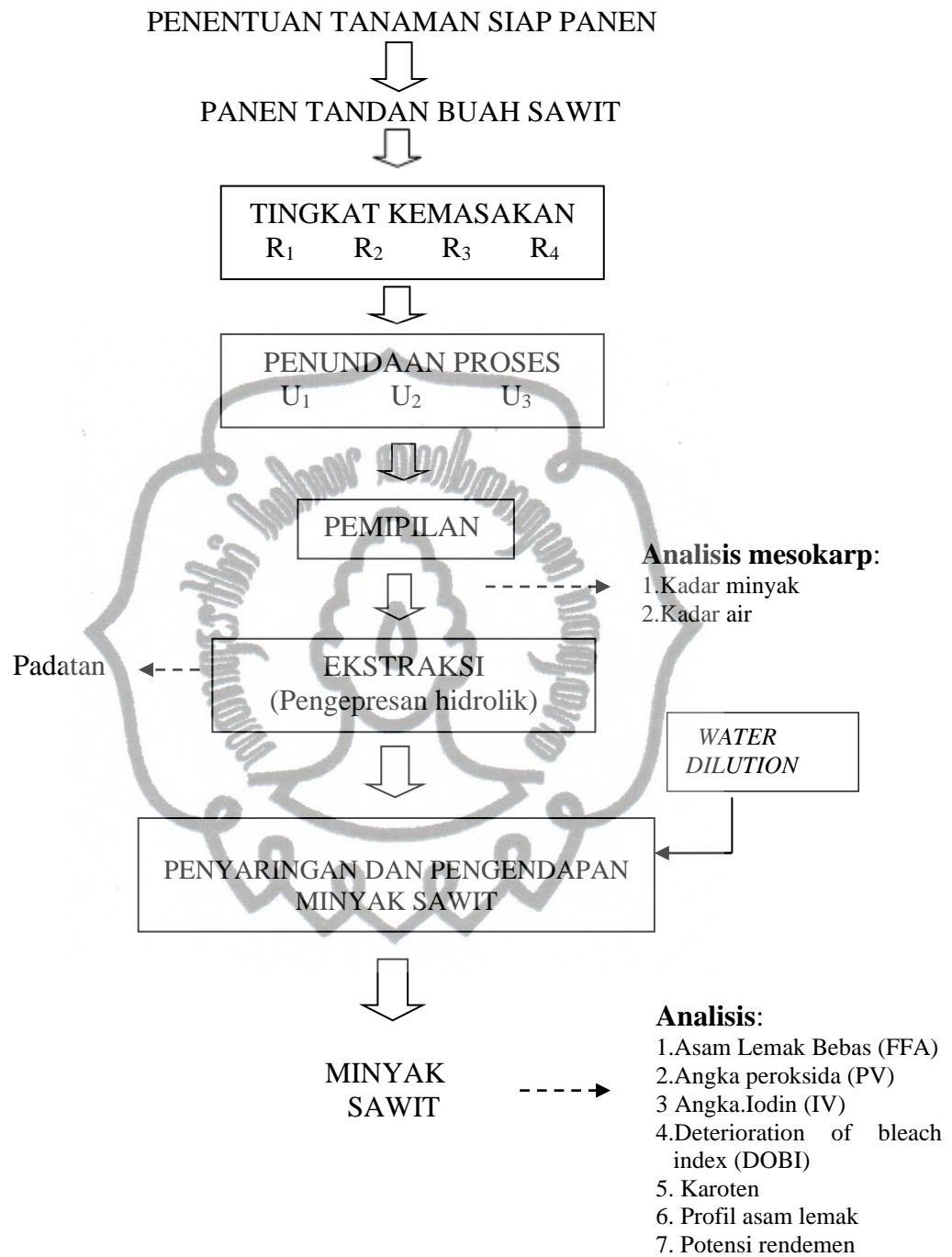
*commit to user*

Pengertian tandan buah *mentah* : belum ada buah yang membrondol (Fraksi F00-F1), tandan buah *masak* : buah yang membrondol 1-2 /kg TBS (Fraksi F2-F3), tandan buah *lewat masak* : buah yang membrondol > 2/kg TBS (Fraksi F4-F5), *Brondolan* : buah yang lepas dari tandannya secara alami dan jatuh di piringan (Naibaho, 1998; Corley and Tinker, 2016; Rahayu, 2016).

Kemudian TBS tersebut diletakan ditempat terbuka selama 60 jam, kemudian dilakukan pengamatan/evaluasi karakteristik dan profil asam lemak minyak sawit pada U1= lama penundaan proses 12 jam, U2= lama penundaan proses 36 jam, U3 = lama penundaan proses 60 jam, dengan cara melakukan ekstraksi minyaknya selanjutnya dianalisis: kadar air (AOCS, 2003), kadar minyak (AOCS, 2003), profil asam lemak (AOCS, 2003), asam lemak bebas (AOCS, 2003), angka peroksida (AOCS, 2003), angka iodin (AOCS, 2003), DOBI (MPOB, 2006), karoten (MPOB, 2006), potensi rendemen (Naibaho, 1998; Zu *et al.*, 2012). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 2.

Untuk metode ekstraksi minyak menurut metode modifikasi Jusoh *et al.*, (2015), yaitu TBS dipipil buahnya kemudian di lumatkan dengan digester dan dilanjutkan dengan pengepresan secara hidrolik sampai diperoleh minyaknya kasarnya kemudian ditambahkan air panas 1:1 (*water dillution*) disaring dan diendapkan. Selanjutnya minyak yang berada di bagian atas diambil untuk dianalisis. Penelitian ini dilakukan 3 kali ulangan sehingga diperoleh  $3 \times 4 \times 3 = 36$  satuan eksperimen. Data hasil analisis dilakukan uji ANOVA dan jika ada beda nyata dilanjutkan uji Duncan 5% (Gomez and Gomez, 1984). Analisis data menggunakan SPSS versi 25. Untuk lebih jelasnya jalanya penelitian pada kajian I dapat dilihat pada gambar 2.





Gambar 2. Bagan alir Penelitian tahap I

### C. Hasil dan Pembahasan

Evaluasi hasil penelitian dengan kajian tingkat kemasakan dan lama penundaan proses TBS terdiri beberapa parameter diantaranya kadar karoten (ppm), kadar asam lemak bebas, angka iodin, kadar air di mesokarp, DOBI, angka peroksida, profil asam lemak, potensi rendemen.. Sebagai pembanding hasil analisis dibandingkan dengan indikator kualitas minyak mentah (CPO) yang mengacu pada SNI-01-2901-2006 dan standard Malaysia (PORAM), sedangkan SNI 7709:2019 untuk minyak goreng sawit. Adapun hasil pada tiap parameter dijelaskan berikut ini.

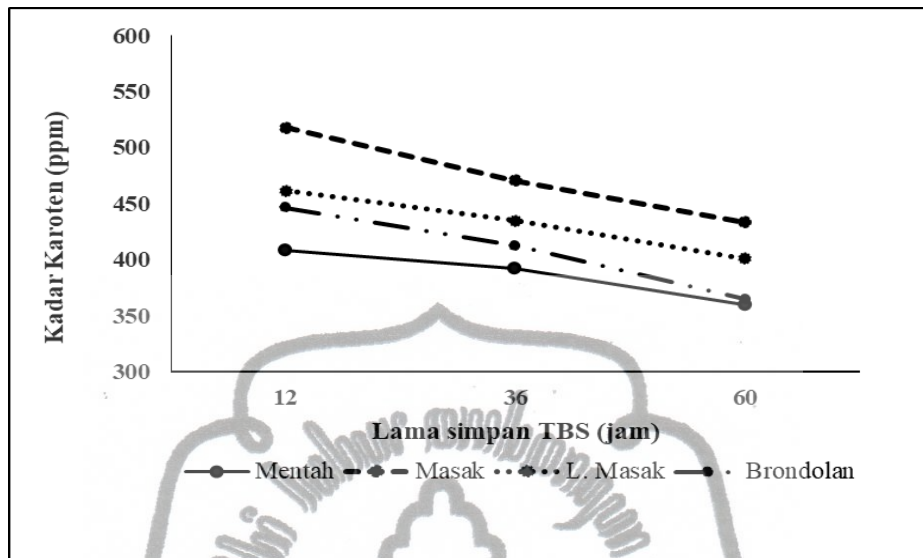
#### 1. Kadar Karoten

Karoten merupakan zat warna alami yang terdapat dalam minyak sawit CPO, sehingga minyak sawit berwarna orange kemerahan. Berdasarkan hasil analisis keragaman (ANOVA) perlakuan suhu dan waktu lama tunda pengolahan tandan buah sawit menunjukkan pengaruh yang signifikan.

Sedangkan berdasarkan hasil uji jarak berganda Duncan (DMRT) menunjukkan bahwa tandan buah sawit yang mentah, lewat masak, brondolan tidak ada perbedaan signifikan tetapi pada TBS yang masak menunjukkan hasil yang berbeda terhadap kadar karoten minyak sawit yang di hasilkan. Kemudian antara yang penundaan pengolahan pengolahan 12 jam dengan 36 jam tidak terjadi perbedaan, tetapi pada penundaan 60 jam terjadi perbedaan yang signifikan.

Pada perlakuan tingkat kemasakan, kandungan karoten tertinggi pada TBS masak dibanding urutan dibawahnya yang lewat masak, bondolan dan brondolan (Gambar 3). Hal ini disebabkan pada tingkat kemasakan yang maksimal proses pembentukan karoten juga maksimal, sedangkan pada TBS mentah masih terjadi proses pembentukan karoten. Pada kondisi TBS yang lewat masak dan brondolan karoten yang terbentuk sudah mengalami proses pемudaran atau kerusakan yang bisa disebabkan karena oksidasi ataupun aktivitas mikrobial. Selanjutnya pada perlakuan penundaan pengolahan TBS, menunjukan bahwa semakin lama penundaan pengolahan kadar karotennya semakin menurun (Gambar 3). Penurunan kadar karoten ini disebabkan terjadinya degradasi karoten akibat proses oksidasi yang berasal dari udara sekitar dan juga aktifitas mikrobial yang menyebabkan warna orange dari ciri khas karoten mulai tereliminasi warna hitam akibat terjadinya proses pembusukan. Kandungan zat warna pada bahan (antosianin, karotenoid) dapat terjadi perubahan

akibat degradasi (panas, penyimpanan, proses), proses kematangan dan kemasakan hasil pertanian (Hafiz *et al.*, 2012; Corley and Tinker, 2016).



Gambar 3. Hubungan tingkat kemasakan dan lama simpan TBS terhadap kadar karoten.

Berdasarkan analisis keragaman (ANOVA), tingkat kemasakan TBS dan penundaan pengolahan berpengaruh signifikan terhadap kadar karoten. Hasil analisis Duncan (DMRT)  $\alpha = 0,05$  menunjukkan lama penundaan proses 12 dan 36 jam hasilnya sama, namun berbeda signifikan dengan yang penundaan proses 60 jam. Pada TBS yang masak dan lewat masak kandungan karoten sama tetapi berbeda secara signifikan dengan yang mentah, brondolan (Lampiran 12). Pada TBS yang masak dan lama lama penundaan proses 12 jam kadar karotennya 518,01 ppm, memenuhi standard (Standard Malaysia 474-589 ppm), jika dilihat rerata keseluruhan kadar karoten belum memenuhi standard.

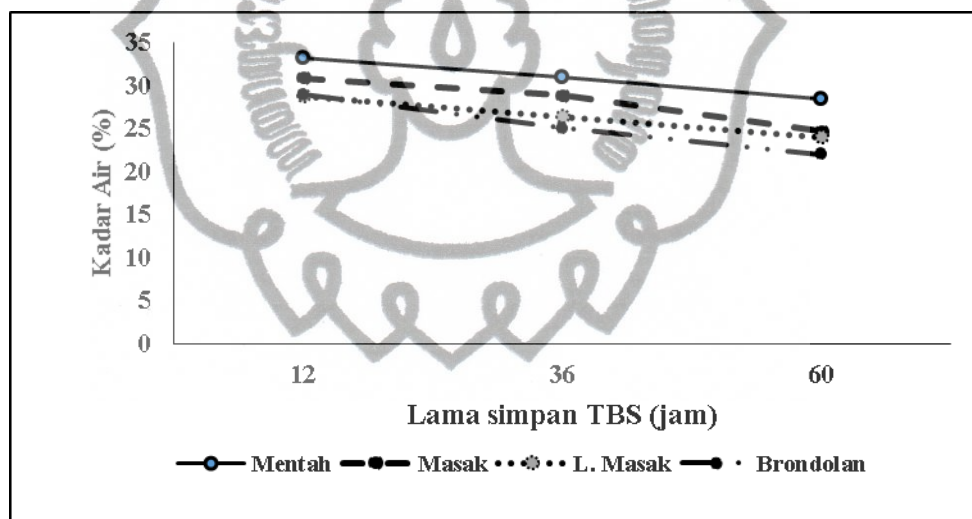
## 2. Kadar air (%)

Pengamatan kadar air dilakukan pada daging buah sawit. Hasil analisi keragaman menunjukkan bahwa tingkat kemasakan dan lama tunda pengolahan tandan buah sawit berpengaruh signifikan terhadap kadar air daging buah dan berdasarkan hasil uji DMRT (lampiran 12) perlakuan tingkat kemasakan tandan buah sawit (mesokarp) kadar air tertinggi pada TBS mentah dibanding yang masak, lewat masak dan brondolan (Gambar 4). Hal ini disebabkan pada TBS mentah masih tahap awal pembentukan biomassa (karbohidrat, lemak, protein) yaitu proses anabolisme yang melalui tahap fotosintesis, sedangkan pada brondolan (terendah), hal ini dikarenakan



sudah mulai terjadi katabolisme melalui proses respirasi dan oksidasi sehingga pembentukan air berhenti atau sedikit dibandingkan yang menguap dan teroksidasi. Corley and Tinker (2016) pada awal proses pematangan buah akan dimulai pembentukan biomasa yang disertai dengan pembentukan air, setelah itu akan terjadi penurunan pembentukan air.

Pada perlakuan penundaan pengolahan (12, 36 dan 60 jam), menunjukkan bahwa semakin lama penundaan maka kadar air mesokarp buah sawit semakin menurun. Hal ini disebabkan selama waktu penundaan terjadi proses respirasi dan evaporasi sehingga terjadi penurunan kadar airnya. Semakin lama penundaan maka semakin lama waktu respirasi dan proses penguapan air pada mesokarp buah sawit sehingga kadar airnya semakin menurun (Gambar 4). Ali *et al.*, (2014); Tagoe *et al.*, (2012) akibat penyimpanan tandan buah sawit dapat menurunkan kadar air karena terjadi proses respirasi dan penguapan air.



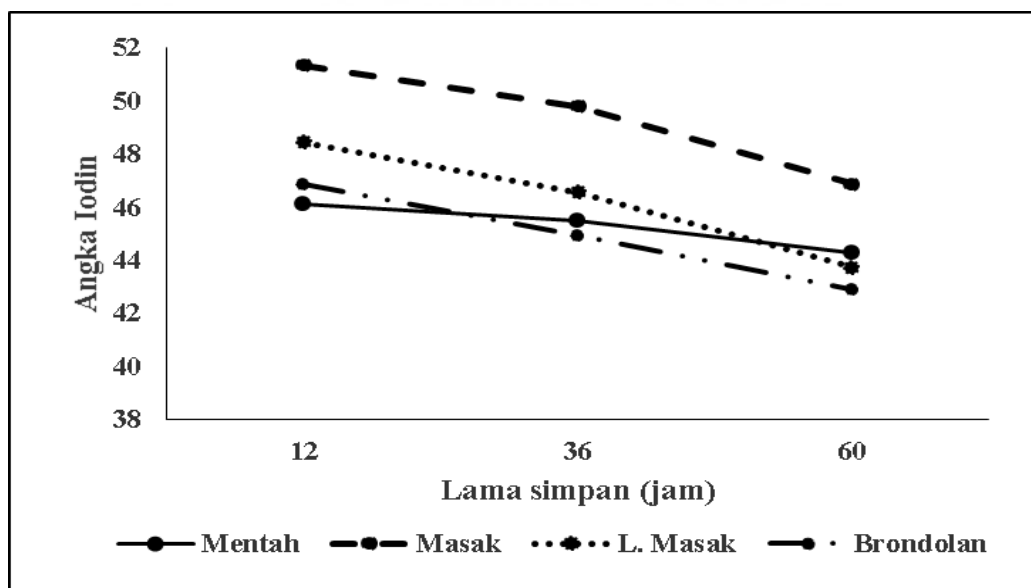
Gambar 4. Hubungan tingkat kematangan dan lama simpan TBS terhadap kadar air

Hasil uji Duncan (DMRT)  $\alpha = 0,05$  menunjukkan bahwa kadar air pada penundaan pengolahan 12 jam berbeda signifikan dengan yang mengalami penundaan 36 jam, 60 jam. Selanjutnya pada perlakuan tingkat kematangan, menunjukkan bahwa kadar air pada TBS yang mentah berbeda secara signifikan dengan yang masak, lewat masak dan brondolan. Pada TBS yang mentah kandungan airnya paling tinggi, disusul brondolan, lewat masak dan masak. Hal ini disebabkan pembentukan dan kebutuhan air dalam proses awal perkembangan buah dan proses pemasakan.

### 3. Angka Iodin (IV).

Komponen penyusun minyak sawit mentah (CPO) yang bersumber mesokarp terdiri dari berbagai jenis asam lemak diantaranya asam lemak palmitat, oleat, linoleat, miristat, stearat baik dalam kelompok asam lemak jenuh ataupun yang tidak jenuh. Untuk mengetahui tingkat ketidakkejenuhan dari minyak tersebut dapat dilihat dari angka iodin atau *iodine value* (IV). Berdasarkan analisis keragaman (lampiran 12), menunjukkan bahwa faktor tingkat kemasakan dan faktor lama tunda proses berpengaruh signifikan terhadap angka iodin. Selanjutnya hasil uji jarak berganda Duncan (DMRT) menunjukkan bahwa antara tandan buah sawit yang mentah, masak, lewat masak dan brondolan terjadi perbedaan yang signifikan, tetapi antara yang mentah dengan brondolan angka iodine tidak berbeda signifikan.

Bilangan iodin tertinggi pada perlakuan tingkat kemasakan TBS yang masak, kemudian urutan dibawahnya yang lewat masak, mentah dan brondolan (Gambar 5). Hal ini terjadi karena pada TBS masak proses pembentukan asam lemak (anabolisme) melalui proses fotosintesis berjalan yang paling maksimal, sehingga jumlah asam lemak yang jenuh (palmitat, miristat, stearat) dan tak jenuh sudah terbentuk maksimal juga (oleat, linoleat, linolenat). Pada TBS yang masih mentah pembentukan asam lemak tidak jenuhnya masih sedikit dibanding asam lemak jenuh. Pada TBS yang lewat masak dan brondolan nilai angka iodin lebih rendah karena asam lemak tidak jenuh dalam minyak sawit sudah ada yang teroksidasi oleh oksigen membentuk peroksida dan asam lemak bebas, sehingga mengalami penurunan.



Gambar 5. Hubungan tingkat kemasakan dan lama penundaan proses TBS terhadap angka iodin

Proses pembentukan asam lemak penyusun minyak sawit dimulai dari fotosintesis seiring dengan perkembangan tingkat kemasakan maka asam lemak (jenuh dan tidak jenuh) akan terus terbentuk (Oettli *et al.*, 2018; Cherie *et al.*, 2015).

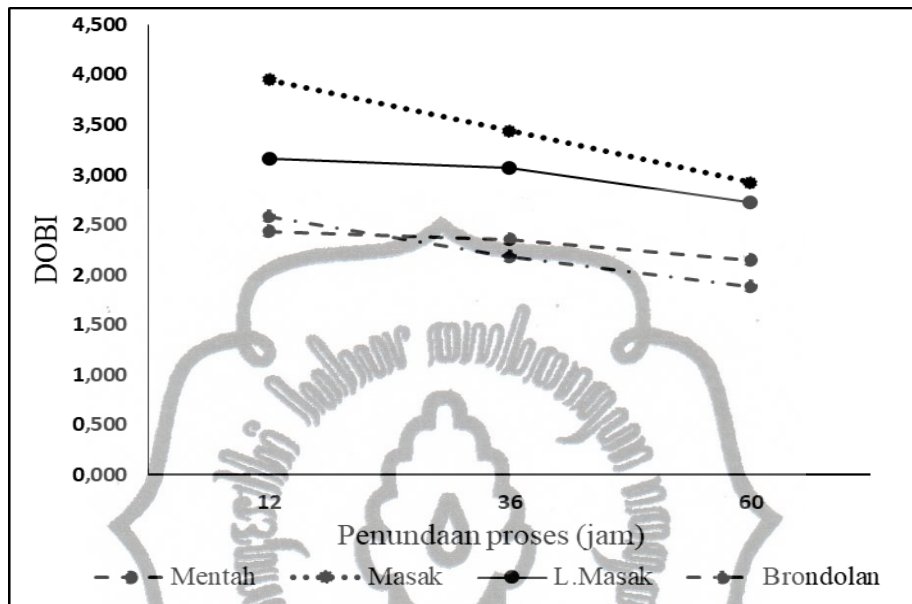
Pada penundaan pengolahan menunjukkan bahwa semakin lama menjadikan angka iodinya semakin menurun (Gambar 5). Hal ini disebabkan semakin lama penundaan pengolahan maka kontak antara udara dengan bahan semakin lama sehingga kerusakan minyak akibat oksidasi juga semakin tinggi, akibatnya komponen asam lemak tidak jenuh yang mempunyai ikatan rangkap akan berkurang. Proses oksidasi terjadi pada asam lemak yang tidak jenuh, sehingga menjadikan angka iodin menurun. Kasmin *et al.*, (2015); Ulfah *et al.*, (2016) proses oksidasi pada minyak terutama pada ikatan rangkap asam lemak tidak jenuh dan jika ini terjadi maka akan mengurangi ketidakjenuhan minyak tersebut yang berhubungan dengan bilangan iodin.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pada TBS masak bilangan iodin tertinggi dan secara signifikan berbeda dengan yang mentah, lewat masak, brondolan. Sedangkan pada lama penundaan pengolahan 12 jam memiliki angka iodinya yang tertinggi dan secara signifikan berbeda dengan yang mengalami penundaan proses 36 jam, 60 jam. Namun pada TBS yang masak dan penundaan proses 12 jam merupakan kombinasi perlakuan yang terbaik dengan angka iodin 51,34 (tertinggi).

#### **4. Deterioration of bleachability index (DOBI)**

*Deterioration of bleachability index* (DOBI) dapat dikatakan sebagai indeks warna yang bisa dihubungkan dengan kerusakan oksidasi dan mudah tidaknya dalam proses pemurnian (*bleaching*) yang nilai range 1 – 4, semakin tinggi nilainya minyak sawit tersebut semakin baik. DOBI ini menggambarkan daya pemucatan minyak atau lemak. Semakin tinggi nilainya kualitas minyak semakin baik. Berdasarkan hasil penelitian dan uji keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan tingkat kemasakan dan lama penundaan proses pada parameter DOBI ada pengaruh yang signifikan dan hasil dari uji DMRT jelasnya dapat dilihat pada lampiran 12. Pada tingkat kemasakan, nilai DOBI tertinggi diperoleh pada TBS yang masak dan penundaan proses 12 jam.

Nilai tertinggi DOBI (Gambar 6) pada faktor tingkat kemasakan TBS diperoleh pada TBS yang masak diikuti dibawahnya lewat masak, mentah dan brondolan. Sedangkan semakin lama penundaan proses maka nilai DOBI semakin kecil.



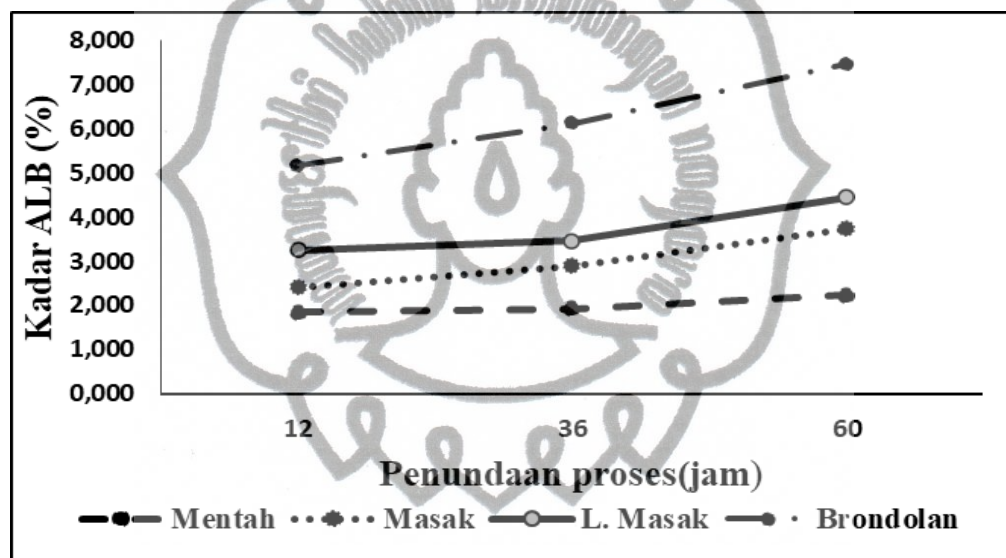
Gambar 6. Hubungan nilai DOBI (range 1-4) dengan tingkat kemasakan TBS dan lama penundaan pengolahan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa TBS yang masak kerusakan minyak bisa dikendalikan dengan adanya antioksidan alami yang terdapat dalam minyak tersebut berupa tokoferol dan komponen vitamin A yang bersumber pada karoten. Minyak sawit jika dilihat nilai DOBI dikategorikan menjadi 4 yaitu jelek :1,68-2,30, cukup: 2,31-2,92, baik: 2,93-3,24, sangat baik: >3,2 (Standard Malaysia minimal 2,31) . Pada TBS masak nilai DOBI sangat baik (3,435) tingkat kerusakannya kecil dan tingkat proses pemucatan lebih mudah. Semakin lama penundaan pengolahan nilai DOBI semakin kecil (Gambar 6), ini menunjukkan proses kerusakan minyak akibat oksidasi maupun hidrolisis semakin tinggi. Pada penundaan proses 12 jam (3,03), 36 jam (2,76) masih sama, tetapi pada penundaan proses 60 jam (2,42). Pada gambar 6 menunjukkan nilai DOBI pada interaksi tingkat kemasakan dan lama penundaan proses, terlihat jelas bahwa pada TBS yang masak memiliki nilai DOBI yang paling tinggi selama penundaan pengolahan dan selama penundaan pengolahan pada semua tingkat kemasakan mengalami penurunan. Penurunan nilai DOBI pada minyak sawit terjadi akibat kerusakan minyak yang bisa disebabkan proses oksidasi

dan hidrolisis (Tan *et al.*, 2017). Penundaan pengolahan menjadikan penurunan kualitas minyak sawit (Ali *et al.*, 2014; Lukito dan Sudradjat, 2017).

### 5. Asam lemak bebas (ALB)

Indikator kualitas minyak sawit salah satunya dari kadar asam lemak bebas Pada Tabel 10 berdasarkan analisis keragaman kadar asam lemak bebas pada tingkat kemasakan TBS dan lama tunda pengolahan ada pengaruh secara signifikan. Hasil uji Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) juga menunjukkan tiap perlakuan ada perbedaan signifikan. Pada faktor tingkat kemasakan kadar ALB tertinggi pada brondolan (6,248), urutan dibawahnya pada tandan buah sawit yang lewat masak, masak, mentah (lampiran 12).



Gambar 7. Hubungan asam lemak bebas dengan tingkat kemasakan TBS dan lama penundaan pengolahan.

Gambar 7 terlihat bahwa brondolan memiliki kadar ALB paling tinggi dan menunjukkan semakin lama penundaan pengolahan kadar asam lemak bebasnya juga semakin naik. Tingginya asam lemak bebas pada bahan disebabkan karena tingkat kerusakan minyak yang tinggi terutama akibat proses hidrolisis aktivitas enzim lipase.

Demikian juga yang terjadi pada faktor tingkat kemasakan, kerusakan minyak yang tertinggi ada pada brondolan sehingga kadar asam lemak bebasnya juga tertinggi dibanding yang lewat masak, masak dan mentah. Sedangkan akibat penundaan pengolahan yang lebih lama (60 jam) maka proses hidrolisis minyak



yang dipercepat dengan aktivitas enzim lipase semakin tinggi sehingga menghasilkan asam lemak bebas yang tinggi juga. (Krisdiarto dan Sutiarso, 2016); (Noviar *et al.*, 2016; Kasmin *et al.*, 2015) semakin tinggi asam lemak bebas menunjukkan kerusakan minyak sawit semakin tinggi. Komponen minor dalam minyak sawit juga dapat mengalami perubahan (Imoisi *et al.*, 2015). Adanya pengaruh ohmic juga dapat menyebabkan perubahan kualitas dan kuantitas minyak sawit (Pootao and Kanjanapongkul, 2016). Semakin masak maka aktivitas lipase dalam buah sawit semakin tinggi dan proses hidrolisis juga akan semakin meningkat yang ditandai dengan meningkatnya kadar asam lemak bebas (Prayogi *et al.*, 2016). Pada buah sawit yang sudah lepas dari tandannya dan kontak dengan udara dapat memacu kerusakan minyaknya baik secara hidrolisis maupun oksidasi yang menghasilkan asam lemak bebas. Gambar 7 terlihat jelas bahwa selama penundaan pengolahan semua perlakuan tingkat kemasakan mengalami peningkatan kadar asam lemak, namun yang paling tinggi pada brondolan, ini menunjukkan kerusakan minyak akibat proses hidrolisis berjalan cepat. (Hadi *et al.*, 2015); (Ramsanjani *et al.*, 2017) tingginya asam lemak menunjukkan tingkat kerusakan hidrolisis minyak sawit pada bahan.

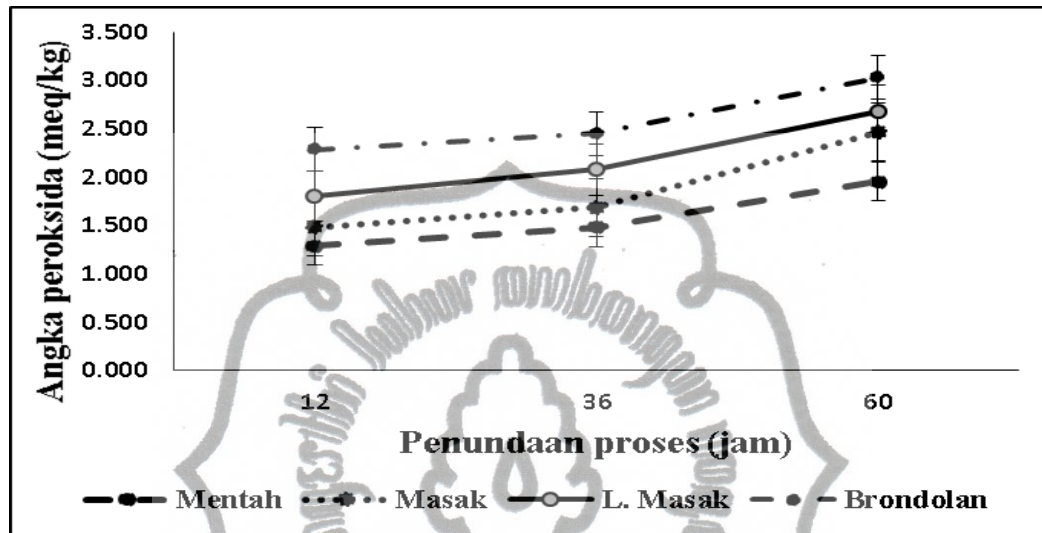
## 6. Angka peroksida

Kerusakan minyak akibat proses oksidasi dapat diketahui dari nilai peroksidanya, termasuk pada komoditas kelapa sawit, semakin tinggi nilainya kerusakannya semakin tinggi. Nazir *et al.*, (2017) peningkatan angka peroksida dapat dijadikan indikator terjadinya kerusakan minyak terutama kerusakan oksidasi pada asam lemak tidak jenuh selama proses pengolahan dan penyimpanan.

Pada faktor tingkat kemasakan (Tabel 12) nilai peroksida tertinggi pada brondolan (2,59 meq/kg) dan antara perlakuan lewat masak, masak, mentah juga ada pengaruh yang signifikan ( $\alpha=0,05$ ). Demikian juga pada lama penundaan pengolahan antara yang ditunda 12, 36 dan 60 jam ada pengaruh yang signifikan dan tertinggi pada penundaan 60 jam sebesar 2,53 meq/kg. Hasil yang menunjukkan angka peroksida tertinggi yaitu pada brondolan dan penundaan 60 jam sebesar 12,36 meq/kg. Selanjutnya hasil uji jarak berganda Duncan (DMRT) 5%, menunjukkan bahwa perlakuan tingkat kemasakan tandan buah sawit antara yang mentah, masak, lewat masak dan *brondolan* ada pengaruh signifikan. Demikian juga lama waktu

penundaan pengolahan antar perlakuan 12, 36 dan 60 jam menunjukkan ada pengaruh signifikan.

Pada gambar 8, hasil penelitian yang menunjukkan bahwa semakin lama penundaan pengolahan menyebabkan kenaikan bilangan peroksida dan dari semua tingkat kemasakan tandan buah sawit angka peroksida tertinggi ada pada brondolan.



Gambar 8. Hubungan angka peroksida dengan tingkat kemasakan TBS dan lama penundaan pengolahan.

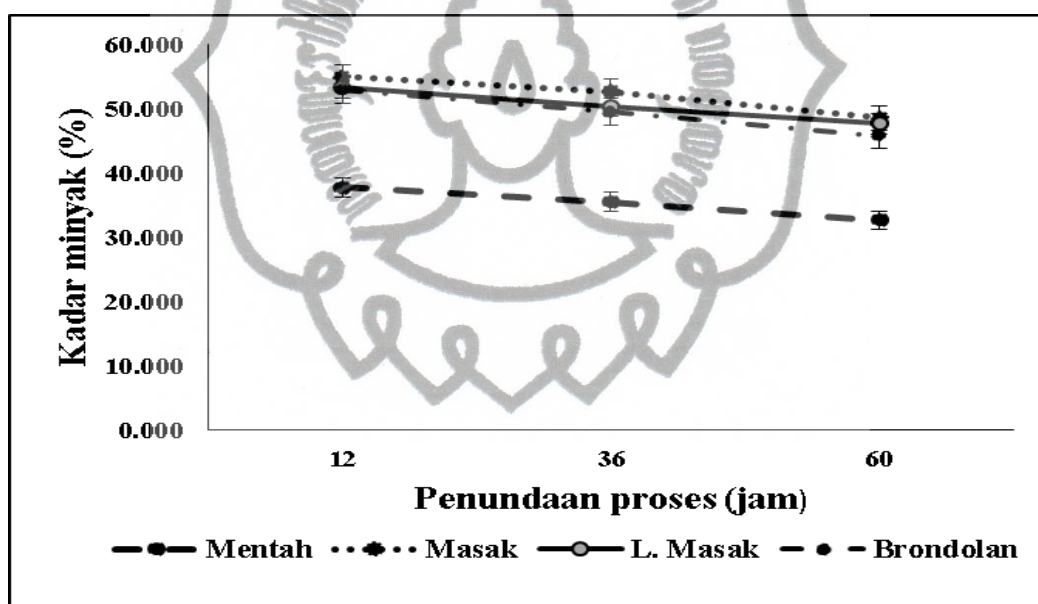
Terbentuknya peroksida dan hidroperoksida pada minyak sawit ini sebagai bukti terjadinya proses oksidasi dan degradasi minyak sawit tersebut, semakin tinggi nilai peroksida menunjukkan oksidasi minyak yang semakin tinggi, dan ini awal proses ketengikan (Amata *et al.*, 2013; Ulfah *et al.*, 2016). Kerusakan minyak sawit secara degradasi oksidatif menghasilkan peroksida dan hidroperoksida yang terus meningkat pada buah sawit yang disimpan (Ebongue *et al.*, 2011)), sistem manajemen yang tidak baik juga meningkatkan kerusakan oksidatif minyak sawit (Anyaoahaa *et al.*, 2018). Adanya peningkatan bilangan peroksida menunjukkan kerusakan oksidasi pada minyak semakin tinggi (Noviar *et al.*, 2016; Imoisi *et al.*, 2015; Ruswanto *et al.*, 2020).

## 7. Kadar minyak

Kadar minyak menunjukkan jumlah kandungan minyak yang ada pada mesokarp. Hasil analisis keragaman kadar minyak pada daging buah sawit menunjukkan bahwa tingkat kemasakan tandan buah sawit maupun lama penundaan proses menyebabkan pengaruh signifikan terhadap kadar minyak dan hasil uji

Duncan (DMRT) dapat dilihat lampiran 12. Kandungan minyak sawit pada perlakuan tingkat kemasakan antara yang mentah, masak, lewat masak, brondolan dan lama penundaan proses 12 jam, 36 jam 60 jam menunjukkan ada pengaruh signifikan ( $\alpha = 0,05$ ). Perbedaan kandungan minyak ini dapat disebabkan berbagai faktor diantaranya pembentukan minyak dalam mesokarp yang belum maksimal dan adanya kehilangan minyak selama pasca panen. Setelah dipanen TBS masih mengalami proses fisiologis yaitu proses respirasi dan adanya aktivitas mikrobia dan enzim lipase yang memanfaatkan minyak, sehingga kandungan minyaknya semakin berkurang. Kadar minyak tertinggi pada TBS yang masak dan pada penundaan dan 60 jam.

Pada gambar 9, menunjukkan bahwa semakin lama penundaan pengolahan menyebabkan penurunan kadar minyak, dari semua tingkat kemasakan tandan buah sawit.



**Gambar 9.** Hubungan kadar minyak dengan tingkat kemasakan TBS dan lama penundaan pengolahan

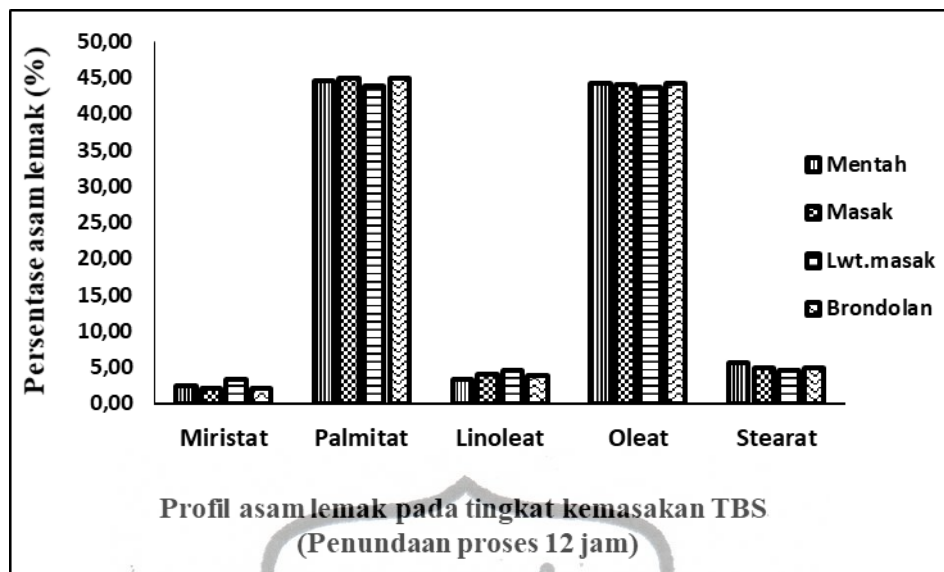
Pada gambar 9 terlihat bahwa semakin lama penundaan pengolahan maka kandungan minyaknya semakin turun dan pada TBS yang masak kadar minyaknya tertinggi. Corley and Tinker (2016) pada kemasakan yang optimal maka kandungan minyak di mesokarpnya maksimum. Kandungan minyak tertinggi biasanya pada buah sawit yang telah masak optimal secara fisiologis yaitu yang berumur 5-6 bulan setelah penyerbukan. Hasibuan (2012); Tan *et al.*, (2017) tandan buah sawit setelah dipanen akan masih mengalami proses kimia dan biokimia yang mengakibatkan

penurunan kualitas dan kuantitas termasuk kadar minyaknya. Tingkat kematangan buah sawit bisa dihubungkan dengan warna, semakin matang kandungan minyak semakin tinggi (Albakri *et al.*, 2016 dan Cherie *et al.*, 2015b).

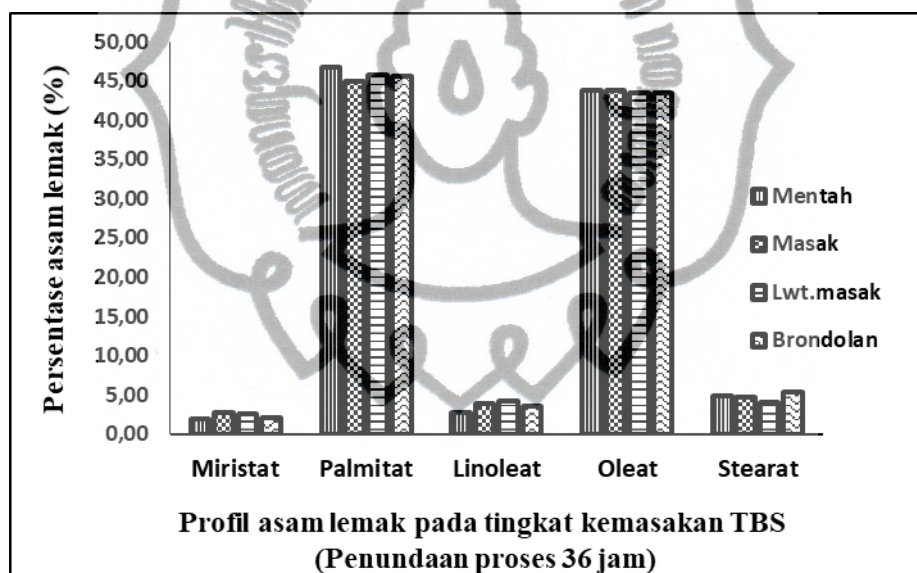
## 8. Profil asam lemak

Minyak sawit tersusun atas asam-asam lemak dan mempunyai kandungan yang berbeda-beda yang dapat dipengaruhi berbagai faktor. Pada penelitian ini asam lemak yang diamati terdiri dari 5 jenis yang merupakan jenis asam lemak terbesar pada minyak sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya tingkat kemasakan TBS maupun lama penundaan proses yang berbeda menyebabkan perubahan profil asam lemak dilihat dari persentase kumulatifnya (Lampiran 12). Perubahan ini tentunya ada kaitannya antara perkembangan pembentukan jenis asam lemak dalam minyak sawit selama mengalami proses pematangan dan pemasakan. Selain itu adanya kerusakan minyak sawit yang mengandung asam lemak jenuh dan tidak jenuh, akibat penundaan pengolahan juga menjadi penyebab perubahan tersebut.

Hasil penelitian pada gambar 10a,10b,10c menunjukkan profil asam lemak dari tingkat kemasakan dan lama penundaan proses terlihat bahwa pada komposisi asam lemak persentase tertinggi pada jenis asam lemak palmitat yang diikuti asam lemak oleat, stearat, linoleat, miristat dan pada TBS yang masak yang memiliki persentase yang tertinggi. Sedangkan perubahan profil pada asam lemak disebabkan adanya proses kerusakan dari asam lemak akibat oksidasi. Berdasarkan pengamatan penurunan persentase asam lemak akan diikuti dengan peningkatan asam lemak jenis lainnya. Penurunan asam lemak ini lebih cepat terjadi pada asam lemak tidak jenuh yang mempunyai ikatan rangkap (oleat, linoleat).

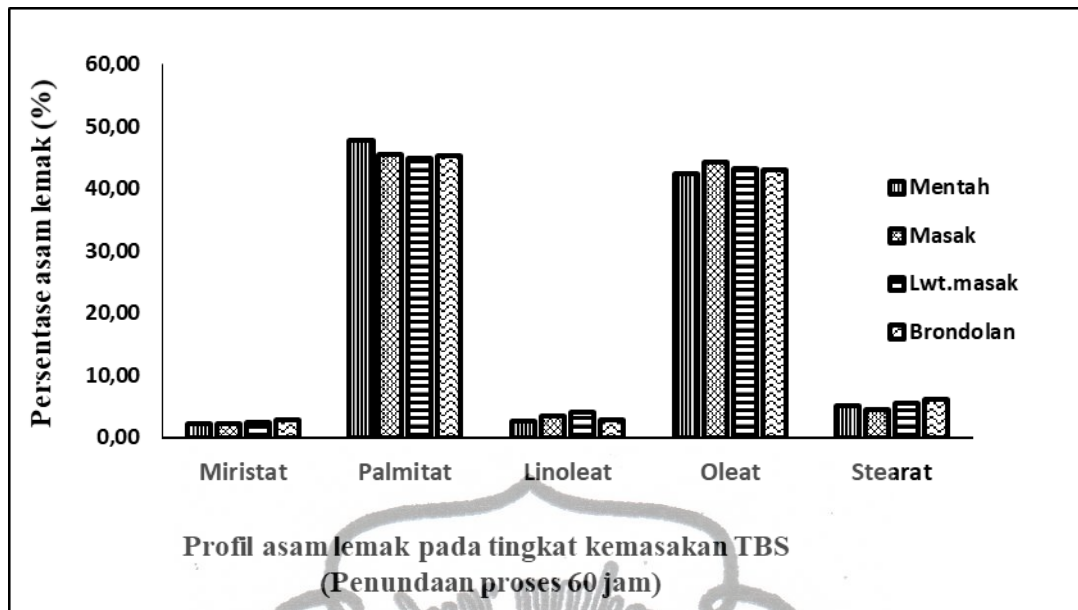


Gambar 10a. Hubungan antara tingkat kemasakan TBS dan penundaan pengolahan 12 jam terhadap profil asam lemak minyak sawit.



Gambar 10b. Hubungan antara tingkat kemasakan TBS dan penundaan pengolahan 36 jam terhadap profil asam lemak minyak sawit.





Gambar 10c. Hubungan antara tingkat kemasakan TBS dan penundaan pengolahan 60 jam terhadap profil asam lemak minyak sawit.

Persentase komposisi asam lemak pada minyak sawit dapat dipengaruhi tingkat kemasakan, kerusakan minyak. Komponen utama penyusun minyak sawit adalah asam palmitat, oleat, linoleat, miristat, stearat (Afshin *et al.*, 2011; Lee and Ong, 1986; Kasmin *et al.*, 2015). Kandungan asam lemak palmitat merupakan yang tertinggi dalam komponen minyak sawit, namun dapat mengalami perubahan persentase akibat kematangan, kemasakan dan pengolahan (Joe *et al.*, 2011). Adanya asam lemak tidak jenuh pada minyak sawit akan terjadi proses oksidasi yang dapat menyebabkan perubahan komponen asam lemak yang ada dan komponen minor lain (Almeida *et al.*, 2018; Ulfah *et al.*, 2016). Proses kerusakan minyak juga dapat mempengaruhi komponen komponen lain dalam minyak sawit (Kasmin *et al.*, 2015; Angelo *et al.*, 2009).

## 9. Potensi Rendemen minyak sawit

Rendemen minyak sawit adalah persentase jumlah minyak sawit (CPO) yang dapat diperoleh dari sejumlah bahan baku (TBS). Sedangkan potensi rendemen adalah perkiraan jumlah rendemen dari suatu bahan baku TBS. Secara umum untuk mendapatkan angka potensi rendemen adalah persentase jumlah minyak yang terkandung dalam bahan dikurangi kehilangan minyak dibagi bahan baku TBS.

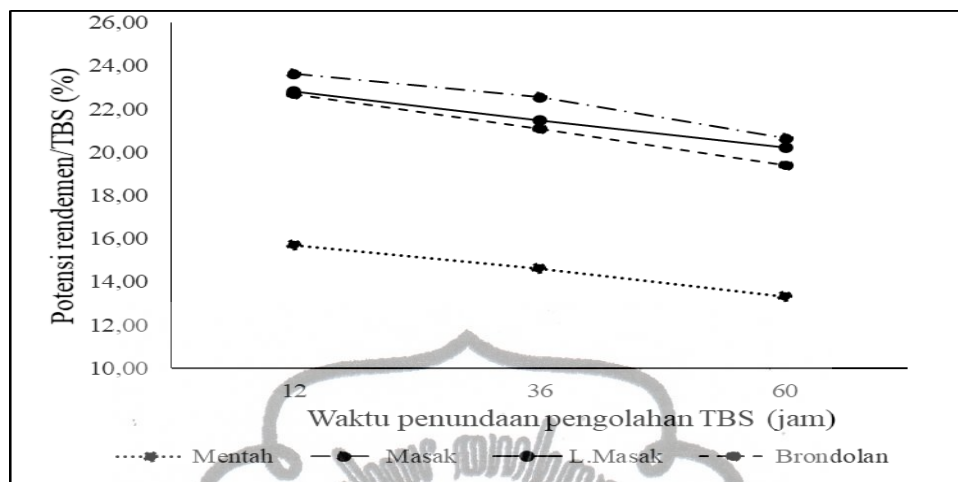
Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan tingkat kemasakan dan lama simpan terhadap potensi rendemen minyak kelapa sawit

didasarkan % TBS dan hasil uji berganda Duncan (DMRT) pada 5%, menunjukkan bahwa antar perlakuan baik tingkat kemasakan tandan buah sawit maupun lama waktu tunda pengolahan ada perbedaan yang signifikan. Potensi rendemen dengan waktu penundaan 12 jam, 36 jam dan 60 jam berbeda signifikan. Potensi rendemen TBS lewat masak dengan brondolan hasilnya sama secara signifikan, tetapi berbeda dengan yang TBS masak dan yang mentah (lampiran 12).

Perbedaan potensi rendemen pada faktor tingkat kemasakan buah sawit dan lama penundaan proses terjadi karena kandungan minyak dalam mesokarp sudah mengalami perubahan. Pada gambar 11 menunjukkan potensi rendemen minyak sawit atas dasar % TBS, terlihat bahwa TBS yang masak potensi rendemennya tertinggi diikuti yang lewat masak, brondolan dan mentah. Hal ini terjadi karena pada buah sawit yang masak kandungan minyak sawitnya sedang maksimal, sedangkan pada buah sawit yang masih mentah kandungan minyaknya masih rendah dan masih mengalami proses pembentukan minyak di mesokarp, pada buah yang lewat masak dan brondolan minyak yang ada di mesokarp mengalami kerusakan hidrolisis ataupun oksidatif dan kemungkinan adanya kerusakan fisik dapat mempercepat proses kerusakan minyak akibat kontak dengan udara. Rahayu (2016); Listia dan Indradewa (2015) buah sawit yang pada tingkat masak siap dipanen maka kadar minyaknya tinggi.

Demikian juga potensi rendemen pada faktor lama penundaan proses (gambar 11), menunjukkan bahwa semakin lama penundaan proses TBS maka potensi rendemen (% TBS) semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin lama penundaan maka sebagian minyak dalam daging buah mengalami penurunan akibat dari kerusakan oksidasi ataupun hidrolisa karena terjadinya kontak bahan dengan lingkungan yang mengakibatkan kandungan minyak dalam daging buah juga berkurang. Berkurangnya kandungan minyak ini akan diikuti dengan penurunan potensi rendemen. Sehingga dapat dikatakan bahwa potensi rendemen minyak CPO berbanding lurus dengan kandungan minyak dalam mesokarp, sehingga jika kandungan minyaknya semakin tinggi maka potensi rendemennya juga semakin tinggi. Noviar *et al.*, (2016) akibat degradasi minyak akibat kerusakan oksidasi dan hidrolisa akan dapat menyebabkan kerusakan molekul minyak membentuk asam lemak bebas yang dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas produk CPO. Tan *et al.*, (2017) akibat penyimpanan (suhu kamar dan 60°C) secara periodik menyebabkan degradasi

minyak, meningkatkan oksidasi yang ditandai terbentuknya hidroperoksida dan kecepatan oksidasi meningkat lagi pada autooksidasi.



Gambar 11. Hubungan antara tingkat kemasakan TBS dan waktu tunda pengolahan terhadap potensi rendemen minyak sawit.

Jumlah minyak yang dapat diproduksi dari buah sawit pada proses pengolahan di pabrik minyak kelapa sawit ada yang menyebut rendemen, *yield*, *OER* (*oil extract rate*) dan ini berbeda dengan kadar minyak. Rendemen minyak sawit adalah jumlah minyak sawit yang diperoleh persatuan bahan baku dalam satuan % berat. Sedangkan untuk potensi rendemen adalah persentase kandungan minyak dalam daging buah dikurangi persentase kehilangan minyak selama proses pengolahan. Standard rerata kehilangan minyak di unit pengolahan minyak sawit mentah adalah 1,775 % (Naibaho, 1998 dan Ruswanto *et al.*, 2020).

#### D. Inti Temuan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kemasakan dan lama penundaan pengolahan tandan buah sawit berpengaruh terhadap DOBI, kadar asam lemak bebas, kadar karoten, kadar minyak dan kadar air di mesokarp, angka peroksida, potensi rendemen ( $\alpha=0,05$ ) dan ada perubahan komposisi asam lemak.

Semakin lama penundaan proses maka mengakibatkan penurunan nilai DOBI, kadar minyak, kadar karoten, kadar air, persentase relatif asam lemak tidak jenuh (oleat, linoleat) potensi rendemen dan meningkatkan kadar asam lemak bebas, angka peroksida dan persentase relatif jenis asam lemak jenuh (palmitat, miristat, stearat). TBS yang masak memberikan kualitas dan kuantitas minyak sawit yang terbaik.

Tandan buah sawit masak sampai penundaan pengolahan 36 jam masih masih memberikan kualitas relatif masih baik, tetapi tidak berlaku untuk yang lewat masak, brondolan dan mentah. TBS yang ditunda pengolahan 36 jam dan 60 jam secara kuantitas (potensi rendemen) hasilnya lebih baik brondolan yang pengolahannya ditunda sampai 12 jam.



