KAJIAN KERUSAKAN TANDAN BUAH SEGAR SAAT JATUH PADA BERBAGAI TINGKAT KEMATANGAN DAN TINGGI JATUH

Kristianto[1], Andreas Wahyu Krisdiarto[2], Tri Nugraha Budi Santosa[3]
[1]Mahasiswa Fakultas Pertanian INSTIPER
[2]Dosen Fakultas Teknik Pertanian INSTIPER
[3]Dosen Fakultas Pertanian INSTIPER

ABSTRAK

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kerusakan tandan buah segar kelapa sawit akibat titik tinggi jatuhan berdasarkan fraksi buah. Pekerjaan di perkebunan kelapa sawit merupakan sistem yang saling terkait dan berpengaruh antara satu tahap dengan tahap berikutnya. Proses panen tandan buah segar yang kurang baik dan terjadu kelukaan akan berdampak pada peningkatan asam lemak bebas. Indikator kerusakan yang digunakan adalah jumlah brondolan, luas kerusakan permukaan, dan tingkat kerusakan (indeks memar). Perlakuan dalam penelitian adalah tingkat kematangan (fraksi) buah dan tinggi jatuhan. Hasil penelitian dianalisis dengan analisis varians (Anova), dan dilanjutkan dengan analisis satu arah pembedaan antar perlakuan dengan metode Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketinggian dan fraksi berpengaruh terhadap jumlah brondolan. Sementara ketinggian dan fraksi buah tidak berpengaruh terhadap luas kerusakan permukaan tandan buah segar. Sedangkan pada indeks memar, pengaruh nyata terjadi pada ketinggian dan fraksi. Namun hasil tertinggi didapat pada fraksi 3 dengan ketinggian 2 meter.

Kata kunci: Indeks memar, kerusakan, TBS kelapa sawit, fraksi kelapa sawit.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan sumber terbesar minyak nabati yang digunakan oleh banyak negara di dunia. Permintaan dunia akan minyak nabati terus mengalami peningkatan sebesar 5% pertahun. Indonesia memproduksi sekitar 43% dari total produksi minyak sawit mentah (CPO) di dunia. Fakta ini membuat kelapa sawit mempunyai peranan yang sangat penting dalam kegiatan pembangunan di Indonesia. Selain sebagai penghasil ekspor, kelapa sawit juga mempunyai kontribusi dalam mengurangi kemiskinan, pembangunan daerah, mendukung industri nasional, lapangan kerja, sumber daya pangan dan energi, serta menghasilkan pendapatan bagi jutaan petani (Hakim, 2013)

Perkembangan industri kelapa sawit di negara beriklim tropis telah didorong oleh potensi produktivitas yang sangat tinggi. Kelapa sawit memberikan hasil tertinggi minyak per satuan luas dibandingkan tanaman lainya, hasil panen kelapa sawit ternyata menghasilkan dua jenis minyak, yaitu minyak kelapa sawit dan minyak kernel (inti). Kedua jenis minyak tersebut sangat diminati pasar global. Situasi ini mendorong timbulnya minat dan perhatian tentang cara-cara produksi maupun pengolahan kelapa sawit (Lubis dan Widanarko, 2012).

Pekerjaan di perkebunan kelapa sawit merupakan sebuah sistem, saling terkait dan berpengaruh antara satu tahap dengan tahap berikutnya. Misalnya jika dalam proses panen TBS kurang baik dan terjadi kelukaan buah, maka akan berdampak pada lebih cepatnya kerusakan pada saat pengangkutan yang mengakibatkan naiknya ALB. Contoh kerusakan TBS karena proses pengangkutan adalah buah membrondol, buah memar, buah luka dan buah hancur (Pahan, 2006).

Kerusakan yang terjadi pada produk pertanian dapat berupa kerusakan mekanis, fisiologis, kimia dan mikrobiologis. Akibat cara pemanenan yang kurang hati-hati, buah-buahan menjadi lecer atau memar. maka perlu penanganan pasca panen yang benar dan sesuai. Bila pasca panen dilakukan dengan baik, kerusakan-kerusakan yang timbul dapat diperkecil bahkan dihindari, sehingga kerugian dapat ditekan (Benyamin, 1995)

Tandan buah segar yang menerima perlakuan fisik akan mengalami kerusakan yang berdampak pada aktifnya enzim lipase. Enzim lipase ini berfungsi memecah lemak/minyak menjadi asam lemak dan gliserol. Salah satu yang menyebabkan kerusakan buah adalah jatuhnya buah kelapa sawit sasat panen, benturan TBS dengan bak saat pengangkutan yang mengakibatkan memar pada buah. Memar pada buah kelapa sawit mengakibatkan kandungan FFA meningkat (Setyamidjaja, 2006)

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di KP2 Ungaran, kecamatan Bawen, kabupaten Semarang, provinsi Jawa Tengah. Pada bulan Januari 2017

Bahan dan Alat

a. Bahan

Bahan yang digunakan adalah kelapa sawit dengan rerata berat janjangan 5-7 kg berjumlah 18 buah janjang dengan tingkat kematangan fraksi 1, fraksi 2 dan fraksi 3.

b. Alat

Alat yang digunakan meliputi:

1. Meteran
2. Kertas millimeter blok
3. Timbangan skala 10 kg dan skala 2 kg
4. Parang
5. Alat tulis

Metode Dasar

Metode dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif analitik, yaitu sebagai metode yang memusatkan pada pemecahan masalah-masalah yang ada pada masa sekarang dimana data yang dikumpulkan mula-mula disusun dan kemudian selanjutnya dianalisa.

Pelaksanaan dari metode analisa ini akan menggunakan metode survey yaitu melihat langsung ke lokasi penelitian guna memperoleh fakta-fakta dari pengamatan lapangan (Surachmat, 1990).

Metode pengambilan data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan teknik sebagai berikut :

1. Teknik percobaan (eksperimen), yaitu pengumpulan data dengan melakukan percobaan perlakuan terhadap parameter secara langsung kepada obyek yang akan diteliti.
2. Teknik Pencatatan, yaitu mencatat semua informasi dari data yang telah ada dan hubungannya dengan masalah yang diteliti.

Jenis data yang diambil

Data Primer, yaitu data yang diperoleh oleh peneliti secara langsung turun ke lapangan dan mengumpulkan data yang diperoleh dengan pengamatan terhadap objek yang diteliti. Data yang diteliti pada penelitian ini meliputi:

1. Jumlah brondolan lepas
2. Persentase luas kerusakan buah
3. Tingkat kerusakan (indeks memar)

Parameter penelitian dan prosedur pengukuran

1. Parameter Penelitian

a. Jumlah brondol

Σ brondolan = Jumlah Brondolan yang terlepas dari tandan

b. Persentase luas kerusakan buah

$$\% \text{ Kerusakan} = \frac{\text{Luas area rusak}}{\text{Luas permukaan}} \text{ x } 100$$

c. Tingkat kerusakan

Indeks memar (Bruise Index, BI)= $\frac{X1+2{,}5X2+5{,}5X3+10X4}{100}$

X1: buah baik, tanpa memar/luka kulit, berhubungan dengan indeks memar 1,0.

X2: buah memar ringan, total luas memar kurang dari 1 cm^2, berhubungan dengan indeks memar = 2,5.

X3: buah memar sedang, total area memar antara 1-2 cm^2, disamakandengan indeks memar =5,5.

X4: buah memar berat, total area memar lebih dari 2 cm^2, disamakandengan indeks memar=10.

2. Prosedur pengambilan data dan pengukuran

a. Jumlah Brondol

1) Tandan buah segar diklasifikasikan berdasarkan fraksi
2) Tandan buah segar dijatuhkan dari ketinggian 1 meter dan 2 meter
3) Jumlah berondol terlepas dihitung

b. Persentase luasan kerusakan

1) Tandan buah segar diklasifikasikan berdasarkan fraksi
2) Tandan buah segar dijatuhkan dari ketinggian 1 meter dan 2 meter
3) Luas penampang buah digambar dalam kertas millimeter
4) Luas kerusakan digambar dalam kertas millimeter
5) Data hasil dihitung menggunakan rumus

$$\% \text{ Kerusakan} = \frac{\text{Luas area rusak}}{\text{Luas permukaan}} \times 100$$

c. Tingkat kerusakan
1) Tandan buah segar diklasifikasikan berdasarkan fraksi.
2) Tandan buah segar dijatuhkan dari ketinggian 1 meter dan 2 meter
3) Kerusakan buah diukur dengan kertas millimeter (cm^2) untuk menentukan kategori kerusakan

Analisis Statistik

Tabel 3. Matrik perlakuan

Fraksi \ Tinggi	1 meter	2 meter	Jumlah
1	F1T1	F1T2	
2	F2T1	F2T2	
3	F3T1	F3T2	
Jumlah			

Analisis menggunakan Anova rancangan acak lengkap factorial 2x3.

Tabel 4. ANOVA rancangan acak lengkap faktorial

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	derajat bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	f hitung	f tabel
Nilai Tengah Fraksi	JKB	db number1 = r-1	$s^2B=KTB=\frac{JKB}{r-1}$	f hitung = $\frac{KTB}{KTG}$	α = db numer1= db denum = f tabel =
Nilai tengah Tinggi	JKK	db number2 = k-1	$s^2K=KTK=\frac{JKK}{k-1}$	f hitung = $\frac{KTK}{KTG}$	α = db numer2= db denum = f tabel =
Interaksi	JK[BK]	dbnumber3=[r-1][k-1]	$s2K=KT[BK]=\frac{JK[BK]}{(r-1)(k-1)}$	fhitung=$\frac{KT[BK]}{KTG}$	α = db numer3= db denum = f tabel =
Galat	JKG	db denum = (r-1)(n-1)	$s^2G = KTG = \frac{JKG}{r.k.(n-1)}$		
Total	JKT	(r.k.n)-1			

Penyelesaian JKT, JKK, JKB, JK[BK] dan JKG

$$JKT = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{k}\sum_{m=1}^{n} X_{ijm}^2 - \frac{T^2}{rkn}$$

$$JKB = \frac{\sum_{i=1}^{r} T_i^2}{kn}\frac{T^2}{rkn}$$

$$JKB = \frac{\sum_{j=1}^{k} T_j^2}{rn}\frac{T^2}{rkn}$$

$$JK[BK] = \frac{\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{k} T_{ij}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^{r} T_i^2}{kn} - \frac{\sum_{j=1}^{k} T_j^2}{rn} + \frac{T^2}{rkn}$$

JKG = JKT-JKB-JKK-JK[BK]

Apabila hasil perhitungan ANOVA di atas menghasilkan hasil yang beda nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT dengan jenjang nyata 5% dengan rumus:

$$\text{DMRT } \alpha = \text{R(p. v. } \alpha) \sqrt{\frac{\text{MS Error}}{\text{r}}}$$

Penentuan pemberian huruf dibelakang angka dengan membandingkan nilai selisih hasil dengan nilai DMRTα.

Jika |μi - μj| < DMRTα maka tidak berbeda nyata

Jika |μi - μj| > DMRTα maka berbeda nyata

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah brondolan terhadap fraksi dan tinggi jatuh

Tabel 5. Hasil uji anova antara fraksi dengan tinggi tanaman terhadap jumlah brondolan dengan jenjang 5%.

Sumber	SS	Derajat Bebas	MS	F	P
Tinggi	4,5	1	4,5	13,5	0,003
Fraksi	10,78	2	5,39	16,17	0,000
Interaksi	3	2	1,5	4,5	0,034
Error	4	12	0,33		
Total	22,27	17			

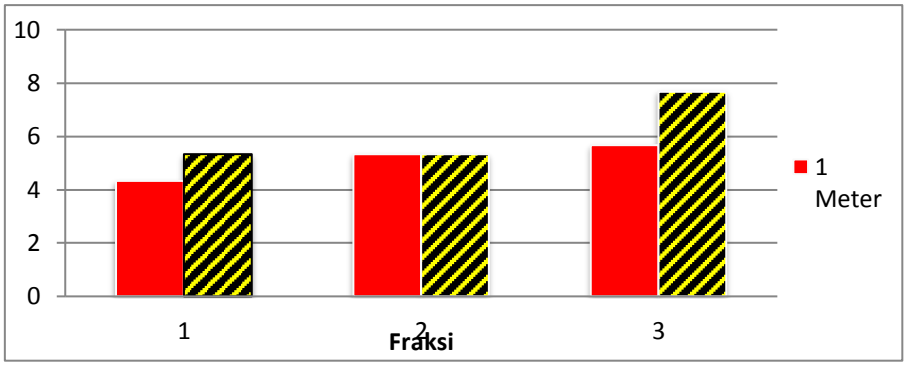
Ket: P<0,05 dapat dinyatakan berbeda nyata

Berdasarkan hasil uji anova di atas maka dilakukan uji lanjut DMRT untuk mengetahui nilai masing-masing perlakuan dengan jenjang 5%.

Tabel 6. Hasil uji statistik beda nyata antar perlakuan terhadap jumlah brondolan

Fraksi	Tinggi	
	1 Meter	2 Meter
1	4,33 a	5,33 b
2	5,33 b	5,33 b
3	5,67 c	7,67 d

Ket: hasil yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata



Gambar 1. Grafik analisis jumlah brondolan lepas

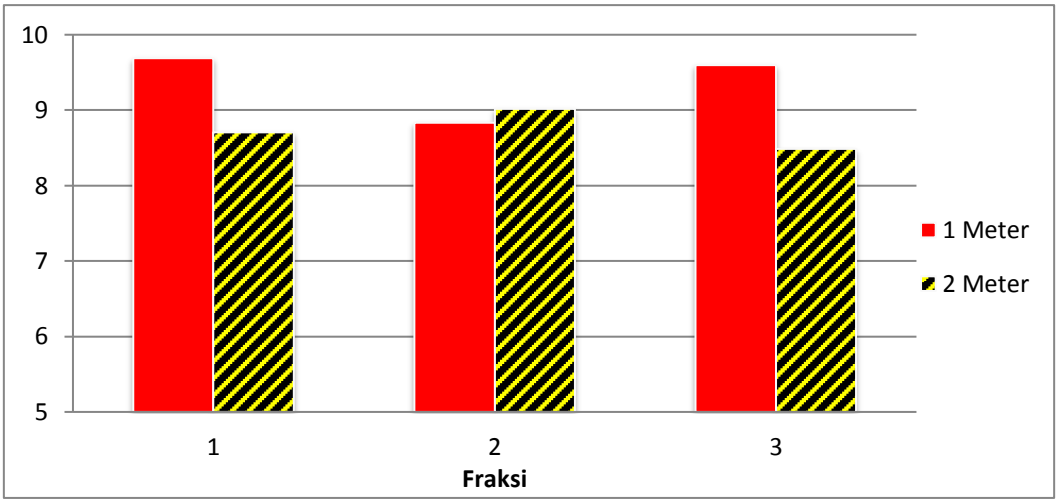
Berdasarkan hasil analisis jumlah brondol lepas didapatkan ada perbedaan nyata antara tinggi 1 meter dan 2 meter. Sedangkan hasil pada parameter fraksi 3 yakni 5,67 buah brondolan pada ketinggian 1 meter dan 7,67 buah brondolan pada ketinggian 2 meter. Sementara hasil pada parameter lain pada fraksi 1 dan 2 terhadap ketinggian 1 meter sebesar dan 2 meter tidak terdapat beda nyata sesuai hasil uji DMRT jenjang 5%. Hal ini didasari pada standar tingkat kematangan buah yang mengatakan 1 buah brondolan pada fraksi 1,1-2 buah brondolan pada fraksi 2, dan 3-4 buah brondolan pada fraksi 3. Dari pernyataan tersebut dapat diartikan semakin tinggi tingkat kematangan maka semakin banyak pula brondolan yang terlepas..

Faktor yang menyebabkan terjadinya pembrondolan pada tandan buah kelapa sawit karena adanya etilen yang terlepas dari ethepon. Etilen merupakan hormon tumbuh yang diproduksi dari hasil metabolisme normal dalam tanaman. Etilen berperan dalam pematangan buah dan kerontokan daun. Etilen disebut juga ethene (Winarno, 2007). Menurut Weaver (1972) pengaruh Ethephon terhadap tanaman tidak jauh berbeda dengan pengaruh Ethylen terhadap tanaman, sebab pengaruhnya sering sama, seperti : pengaruh Ethylen terhadap pembungaan, pemasakan buah dan pengguguran daun serta buah

Analisis hasil luas kerusakan permukaan tandan buah segar

Table 7. Hasil luas kerusakan tandan buah segar

Tinggi	Fraksi			Total	Rerata
	Fraksi 1	Fraksi 2	Fraksi 3		
1 Meter	9,70	8,83	9,60	28,13	9,38
2 Meter	8,70	9,02	8,49	26,21	8,74
Total	18,40	17,85	18,09	54,34	18,11
Rerata	9,20	8,93	9,04	27,17	9,06



Gambar 2. Grafik luas kerusakan permukaan tandan buah segar

Tabel 8. Uji anova antara fraksi dengan tinggi tanaman terhadap luas kerusakan permukaan tandan buah segar dengan jenjang 5%.

Sumber	SS	Derajat Bebas	MS	F	P
Tinggi	1,84	1	1,84	0,73	0,409
Fraksi	0,22	2	0,11	0,04	0,956
Interaksi	1,54	2	0,77	0,30	0,741
Error	30,25	12	2,52		
Total	33,87	17			

Ket: P<0,05 maka dinyatakan berbeda nyata

Pengamatan pada luas kerusakan permukaan tidak terdapat beda nyata. Pada gambar 2 grafik menunjukkan perbandingan antara perlakuan tinggi maupun fraksi buah. Dapat dilihat pada hasil yang menyatakan pada fraksi 1 ketinggian 1 meter didapat hasil sebesar 9,69%. Sementara pada fraksi 1 ketinggian 2 meter didapatkan hasil sebesar 8,70%. Begitu pula dengan fraksi 2 ketinggian 1 meter 8,83% dan pada fraksi 2 ketinggian 2 meter adalah 9,02%. Umtuk fraksi 3 ketinggian 1 meter luas kerusakan sebesar 9,6% dan 8,48% untuk fraksi 3 ketinggian 2 meter. Sementara hasil yang didapat pada fraksi 1 dengan ketinggian 1 meter cenderung lebih tinggi dibandingkan fraksi 3 dengan ketinggian 2 meter. Hal ini diduga karena luas penampang yang terkena titik jatuh berada di posisi yang sama dan cenderung sama untuk masing-masing perlakuan. Kerusakan tandan buah segar terjadi akibat bertumbukan antara buah dengan permukaan tanah ketika jatuh. Kerusakan permukaan terjadi pada titik lokasi sentuhan antara penampang tandan buah segar terhadap permukaan tanah. Sehingga masing-masing buah mengalami titik tekan dan luas tekan permukaan yang tidak berkaitan atau tidak berdampak apapun karena perbedaan perlakuan fraksi maupun karena ketinggian jatuh dalam segi persentase.

Hasil Analisis tingkat kerusakan buah (indeks memar)

Tabel 9. Uji analisis anova antara fraksi dengan tinggi tanaman terhadap tingkat kerusakan (indeks memar) dengan jenjang 5%.

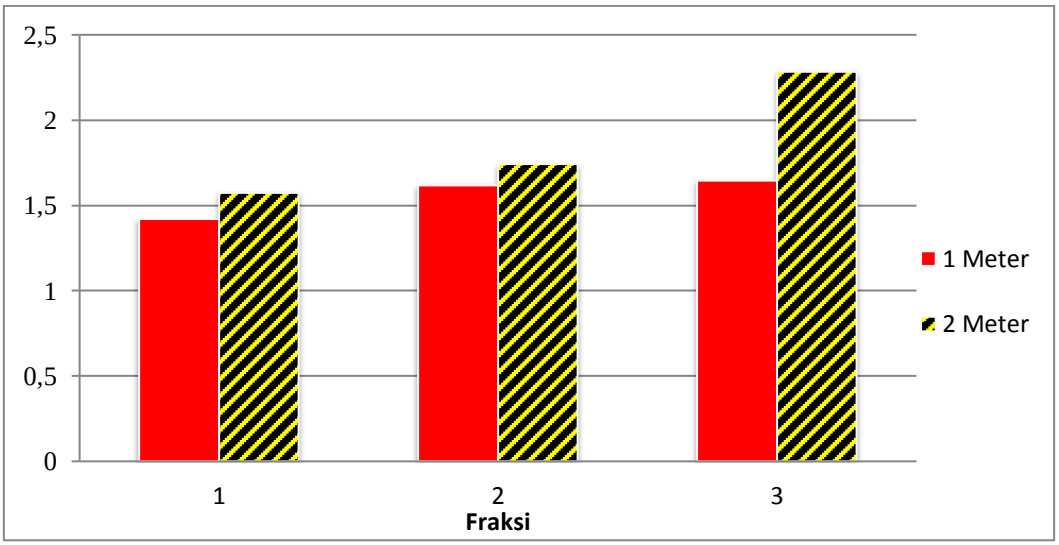
Sumber	SS	Derajat Bebas	MS	F	P
Tinggi	0,18	1	0,18	4,94	0,046
Fraksi	0,62	2	0,31	8,32	0,005
Interaksi	0,52	2	0,26	6,95	0,009
Error	0,45	12	0,03		
Total	1,78	17			

Ket: P<0,05 maka dapat diartikan berbeda nyata

Tabel 10. Uji statistik beda nyata antar perlakuan terhadap indeks memar

	Tinggi	
Fraksi	1 Meter	2 Meter
1	1,42 a	1,57 b
2	1,61 b	1,74 c
3	1,64 b	2,28 d

Ket: hasil yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata



Gambar 3. Grafik analisis indeks memar

Pengamatan tingkat kerusakan (indeks memar) memperlihatkan pada fraksi 1 dengan ketinggian 1 meter sebesar 1,42 dan untuk ketinggian 2 meter 1,57. Sementara untuk fraksi 2 dengan ketinggian 1 meter sebesar 1,61 dan pada ketinggian 2 meter sebesar 1,74. Sedangkan pada fraksi 3 nilai kerusakannya sebesar 1,64 untuk ketinggian 1 meter dan 2,28 untuk ketinggian 2 meter. Dari hasil tersebut dapat dikatakan semakin tinggi titik jatuh, semakin besar indeks memar yang ditimbulkan.

Selain faktor ketinggian yang mempengaruhi kerusakan tandan buah segar. Tingkat kematangan juga memiliki peran dalam hal kerusakan. Semakin besar tingkat kematangan buah kelapa sawit maka semakin lunak daging buah kelapa sawit. Hal ini didasari karena adanya proses degradasi hemiselulosa dan protopektin yang menyebabkan terjadinya pelunakan pada buah. Selain proses tersebut, pelunakan terjadi juga akibat adanya proses sintesis protein yang terjadi pada proses pematangan secara

alami atau hormonal, dimana protein disintesis cepat dalam proses pematangan. Kandungan protein yang meningkat dan diduga adanya etilen yang mempengaruhi permeabilitas sel. Sehingga sel menjadi besar yang mengakibatkan proses pelunakan semakin cepat (Nasir, 2012).

Pengaruh terhadap ALB (asam lemak bebas) terhadap kerusakan pada tandan buah segar sangat berpengaruh terhadap peningkatan kadar ALB buah kelapa sawit. Hal ini dikarenakan kerusakan yang terjadi pada buah kelapa sawit menyebabkan proses hidrolisis semakin cepat sehingga kadar asam lemak bebas semakin meningkat. Asam lemak bebas merupakan asam lemak dalam keadaan bebas dan tidak berikatan lagi dengan gliserol. ALB terbentuk karena terjadinya reaksi hidrolisis terhadap minyak yang akan menyebabkan ketengikan. Keberadaan asam lemak bebas menjadi indikator kualitas minyak, semakin tinggi kadar ALB maka mutu minyak akan semakin rendah (Adiputra, 2003)

Kerusakan pada buah sawit terjadi akibat proses pemanenan, pengangkutan, pembongkaran di loading ramp, dan produksi. Selain itu lamanya penundaan selama masa tunggu proses produksi menyebabkan kadar ALB semakin tinggi. Oleh karena itu komposisi fraksi tandan yang biasanya ditentukan di pabrik sangat dipengaruhi oleh perlakuan sejak awal panen. Faktor penting yang cukup berpengaruh adalah kematangan buah dan tingkat kecepatan pengangkutan buah ke pabrik. Penentuan saat panen sangat mempengaruhi kandungan asam lemak bebas (ALB) minyak sawit yang dihasilkan (Fauzi,2008). Berdasarkan teori yang dikemukakan Pahan (2006) batasan asam lemak bebas yang diperbolehkan adalah <3,50%. Buah sawit yang tidak rusak memiliki kandungan ALB hanya kurang lebih 0,1%. Bila buah mengalami memar, terjadi kerusakan sel, yaitu membran sel pecah, dan kadar ALB meningkat sangat cepat oleh aktivitas enzim lipolitik akibat masuknya mikroorganisme ragi. Kadar ALB buah yang mengalami memar dapat meningkat dari 1% menjadi 6% dalam waktu 20 menit (Turner dan Gillbank, 2003).

Pada umumnya semua produk pertanian setelah dipanen masih melakukan proses respirasi. Adanya respirasi menyebabkan produk tersebut mengalami perubahan seperti pelayuan dan pembusukan. Respirasi sendiri merupakan perombakan bahan organik yang lebih kompleks (pati, asam organik dan lemak) menjadi produk yang lebih sederhana (karbondioksida dan air) dan energi dengan bantuan oksigen. Aktivitas respirasi penting untuk mempertahankan sel hidup pada produk. Sedangkan produk dengan laju respirasi tinggi cenderung cepat mengalami kerusakan. Sehingga dengan kerusakan yang terjadi akan semakin mempercepat penurunan kualitas (Benyamin, 1995).

Kerusakan yang terjadi pada tandan buah segar akibat luka dapat menyebabkan tanah ataupun kotoran lain masuk kedalam TBS. Kotoran ini dapat juga sebagai salah satu media penyaluran mikroba. Pengaruh mikroba juga dapat mempercepat naiknya ALB. Bahkan, jika TBS terkontaminasi mikroba, selain hidrolisa juga terjadi oksidasi trigliserida. Akibatnya, asam lemak bebas minyak akan naik, berbau tengik dan menurunkan nilai kejernihannya. Sterilisasi tidak dapat menghentikan oksidasi yang reaksinya relatif cepat (Siahaan, 2008). Kerusakan minyak oleh mikroba (jamur, ragi, dan bakteri) biasanya terjadi jika masih terdapat dalam jaringan. Namun, minyak yang telah dimurnikan pun masih mengandung mikroba yang berjumlah maksimum 10 organisme setiap gramnya (Pahan, 2006)

Kerusakan lemak dan minyak menurunkan nilai gizi serta menyebabkan penyimpangan rasa dan bau pada lemak yang bersangkutan. Setiap jenis kerusakan lemak pada pokoknya disebabkan oleh suatu perubahan kimia tertentu yang dipercepat oleh faktor-faktor lain (Winarno, 1995). Selama ini, kerusakan minyak kelapa sawit hanya diutamakan disebabkan oleh faktor absorbsi dan kontaminasi, sedangkan aksi enzim dan aksi mikroba kurang diperhatikan dan dapat diabaikan. Hal ini disebabkan karena faktor penyebab tersebut pengaruhnya memang kecil

terhadap produksi minyak kelapa sawit (Pahan,2006).

Proses transportasi pasca panen juga bisa menjadi pemicu penambahan kerusakan tandan buah segar. Posisi tandan buah segar di dalam bak truk juga berpengaruh terhadap indeks memar buah selama pengangkutan, dengan rata-rata 4,4 pada posisi atas, 5,8 pada posisi dasar, dan 6,3 pada posisi bak bawah (Krisdiarto & Sutiarso, 2016).

Jatuhnya tandan buah segar saat proses panen tidak dapat dihindari. Sehingga kerusakan pada buah akibat jatuh akan tetap terjadi selama proses panen. Semakin tinggi titik jatuh kelapa sawit, maka tingkat kerusakan yang terjadi akan semakin besar. Tingkat kerusakan yang tinggi akan berdampak pada kualitas mutu CPO hasil proses olah di pabrik. Oleh karena itu, untuk mengurangi kerusakan yang lebih lanjut maka panen buah dilakukan pada interval fraksi ,2 dan 3. Jika panen dilaksanakan pada fraksi 1, buah belum masak dan cenderung masih mentah. Sedangkan jika panen diatas fraksi 3, dikhawatirkan akan berdampak pada kerusakan yang lebih besar sehingga penurunan mutu minyak yang dihasilkan menjadi lebih besar. Selain itu, peningkatan asam lemak bebas berdampak kepada para pekerja di pabrik yang harus berusaha mempertahankan jumlah kadar asam lemak bebas agar tidak bertambah tinggi. Menurut Kurniati (2015), minyak kelapa sawit yang memiliki asam lemak bebas tinggi, cenderung akan menurunkan rendemen minyak kelapa sawit murni (hasil refining) yaitu sekitar ± 5-13%.

KESIMPULAN

1. Ketinggian berpengaruh terhadap jumlah brondolan lepas terjadi pada fraksi 3 sebesar 5,67 buah/janjang pada ketinggian 1 meter dan 7,67 buah/janjang pada ketinggian 2 Meter.
2. Ketinggian dan tingkat kematangan tidak berpengaruh terhadap luas kerusakan permukaan
3. Pengaruh indeks memar pada ketinggian 1 meter terjadi pada fraksi 1 sebesar 1,42 dengan 1,61 dan 1,64 pada fraksi 2 dan 3. Sementara pada ketinggian 2 meter, seluruh fraksi memiliki pengaruh pada seluruh fraksi yaitu 1,57 pada fraksi 1, 1,74 pada fraksi 2, dan 2,28 pada fraksi

DAFTAR PUSTAKA

Adiputra, S. 2003. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Evizal, R. 2014. *Dasar-Dasar Produksi Perkebunan.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Hadi, S.D., F.B. Ahmad, dan Akande. 2009. Determination of the bruise indexes of oilpalm fruits. *Journal of Food Engineering* 95: 322-326

Hakim, M., 2013. *Kelapa Sawit Teknis Agronomis dan Managemen,* Media Perkebunan. Jakarta.

Kurniati, Y dan Susanto, Wahono Hadi. 2015. Kualitas Minyak Kelapa Sawit Pasca Netralisasi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 No 1 p.193-202

Benyamin, Lakitan. 1995. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT. Rajawali Grafrindo.

Lubis, Adlin U. 1992. *Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) di Indonesia*. Medan: Pusat Penelitian Perkebunan Marihat.

Lubis, R., E. & Widanarko, A., 2012. *Buku Pintar Kelapa Sawit.* Jakarta: Agromedia Pustaka.

Management Committee Agronomi and Research (MCAR). 2007. *Pedoman Teknis Budidaya (Tanaman Kelapa Sawit) Sinar Mas Agribusiness and Food.* Jakarta: Sinar Mas Group

Mangoensoekarjo, S. dan A.T. Tojib (2008). *Manajemen Budidaya Kelapa Sawit dalam Mangoensoekarjo, S dan Semangun,H. (ed.). Manajemen Agribisnis Kelapa Sawit.Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.*

Pahan Iyung. 2006. *Manajemen Agribisnis Dari Hulu Hingga Hilir*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Pardamean, Maruli. 2008. *Panduan Lengkap Pengolahan Kebun Dan Pabrik*

Kelapa Sawit. Jakarta : PT. Agro Media Pustaka

_____.2011. *Sukses Membuka Kebun Kelapa Sawit dan Pabrik Kelapa Sawit*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Prihutami, N.D. 2011. *Analisis Faktor Penentu Produksi Tandan Buah Segar (TBS) Tanaman Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jack.) di Sungai Bahaur Estate (SBHE), PT Bumitama Gunajaya Agro (PT BGA), Wilayah VI Metro Cempaga, Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah*. Skripsi. Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Risza, S. 2009. *Kelapa Sawit: Upaya Peningkatan Produktivitas.* Yogyakarta: Kanisius.

Setyamidjaja, D. 2006. *Kelapa Sawit, Teknik Budidaya, Panen Dan Pengolahan*. Yogyakarta: Kanisius.

Siahaan, D., Buana, L dan Adiputra, S. 2008. *Budidaya Kelapa Sawit*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Surachmat, W., 1998. *Pengantar Penelitian Ilmiah, Dasar Metode Teknik*. Bandung: Taristo.

Soepadiyo, M. & Semangun, H., 2005. *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Sunarko. 2009. *Budi Daya Dan Pengelolaan Kebun Kelapa sawit dengan system Kemitraan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Turner,P.D dan R.A. Gillbanks. 2003. *Oil Palm Culvitation and Management*. Malaysia : The Incorporated of Planters Society.

Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia.

Yan Fauzi, Y. E. Widyastuti, I. Setyawibawa, dan R. Hartono. 2002. *Kelapa Sawit: Budidaya, Pemanfaatan Hasil dan Limbah , Analisis Usaha dan Pemasaran*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Weaver, R. J. 1972. *Plant Growth Substances in Agriculture*. W. H. Freeman and Co. Ltd. San Fransisco