



PENGARUH PENAMBAHAN KALSIUM KARBONAT (CaCO_3) PADA KANDUNGAN ASAM LEMAK BEBAS PADA MINYAK KELAPA SAWIT RESTAN

EFFECT CALCIUM CARBONAT (CaCO_3) ADDITION ON FREE FATTY ACID CONTENT OF RESTORED PALM OIL FRUIT

Ghana A. Simatupang¹, Novelita W. Wondamina¹, dan Listiana Oktavia²

Abstrak Asam Lemak Bebas (ALB) merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas CPO (*Crude Palm Oil*). Adanya perlakuan restan dapat memberikan peningkatan yang signifikan kadar ALB pada CPO dapat berakibat pada penurunan kualitas CPO yang berkorelasi langsung pada turunnya harga CPO. Perlakuan tambahan diperlukan guna menahan kenaikan ALB yang signifikan pada saat kondisi restan. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh pemberian larutan kalsium karbonat pada buah sawit restan. Berondolan Buah sawit restan disemprot secara merata pada permukaan buah dengan larutan Kalsium karbonat (CaCO_3). Konsentrasi larutan CaCO_3 yang digunakan yaitu 300 g/l, 350 g/l, dan 400 g/l. Variasi waktu restan yang diterapkan adalah 18 jam, 23 jam, dan 28 jam. Kondisi berondolan buah sawit yang digunakan adalah berondolan buah sawit yang luka dan tidak luka. ALB di ekstraksi dengan metode soxhlet sedangkan nilai ALB ditentukan dengan metode titrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan CaCO_3 efektif untuk menurunkan nilai ALB pada buah sawit normal dengan konsentrasi optimum CaCO_3 yang memberikan hasil penurunan FFA tertinggi adalah 400 g/l. Efektivitas penurunan ALB sebesar 39.08%, 24.29% dan 19.04% pada masing-masing waktu restan 18, 23 dan 28 jam.

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Listiana Oktavia² (✉)

²Research Center for Chemistry, Indonesian Institute Sciences, Kawasan Puspitek, Muncul, Tangerang Selatan
Email: oktavialisti@gmail.com

¹Institut Teknologi dan Sains Bandung, Jl. Ghanesa Boulevard, Lot-A1 CBD Kota Deltamas, Tol Jakarta-Cikampek Km 37 Cikarang Pusat, Bekasi

Penambahan CaCO_3 kepada buah luka tidak efektif untuk menurunkan kadar ALB pada buah luka dengan perlakuan restan. Penelitian ini dapat digunakan sebagai langkah awal untuk penelitian lanjutan guna perbaikan tahapan proses guna meningkatkan kualitas CPO.

Kata kunci: ALB, Brondolan, CPO, Kalsium Karbonat, Restan

Abstract Free Fatty Acid (FFA) is one of the important parameters to determine CPO (*Crude Palm Oil*) quality. The restoration of palm oil allows the significant increment in the FFA content which leads to the reduction of CPO quality and declining the CPO price. Therefore, it needs the additional treatment to inhibit the increment of FFA content on the restored palm fruit. The purpose of this study is to investigate the effect of Calcium Carbonate (CaCO_3) addition to the FFA content in restored palm fruit. The CaCO_3 was sprayed evenly to the surface of restored palm fruitlets. The CaCO_3 solution used for this treatment was 300 g/l, 350 g/l and, 400 g/l. The fruitlets were restored at 15, 23, and 28 hours. Two types of palm fruitlets used were the normal fruitlet and the surface-wounded fruitlets. The FFA was extracted by soxhlet method, while FFA determination was conducted by titration technique. The Addition of CaCO_3 was observed effective to decrease FFA content on normal fruitlets with the optimum CaCO_3 concentration to reduce FFA content was of 400 g/l. The FFA reduction effectivity was 39.08%, 24.29% and 19.04 for 18 h, 23 h and 28 h restored time respectively. The addition of CaCO_3 was observed to be in-effective to decrease the FFA content to the surface-wounded restored palm fruitlets. This

research can trigger the more advance research for improvement of CPO production that leads to the improved CPO quality

Keywords: CPO, Calcium Carbonate, Fruitlet, Restored Palm Fruit

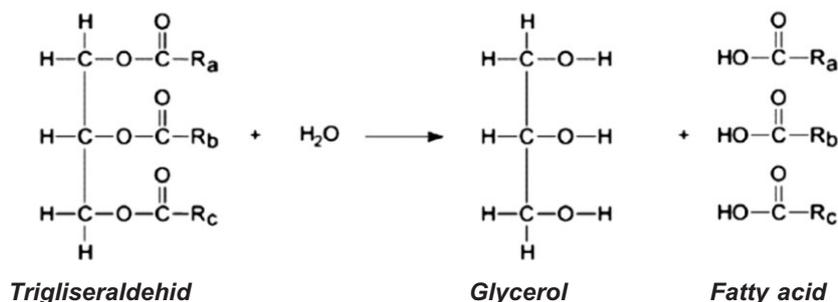
PENDAHULUAN

Indonesia merupakan dengan negara produksi kelapa sawit terbesar kedua setelah Malaysia (Maulana & Susanto, 2015b). Produksi minyak kelapa sawit Indonesia pada tahun 2019 dilaporkan mencapai 51.8 juta ton (Gapki, 2019). Minyak kelapa sawit telah menjadi komoditi ekspor unggulan Indonesia (Krisdiarto *et al.*, 2017; Sunardi, 2015). Produksi dari minyak kelapa sawit yang kian meningkat dikarenakan permintaan yang besar baik dari dalam maupun luar negeri (Maimun *et al.*, 2017). Variasi produk turunan yang beragam yang dapat di produksi dari bahan baku minyak kelapa sawit seperti minyak goreng, coklat, kosmetika, obat dan biodiesel mengakibatkan minyak kelapa sawit tetap menjadi primadona (Hayyan *et al.*, 2011; Ismail *et al.*, 2018).

Minyak kelapa sawit dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu minyak kelapa sawit yang berasal dari daging buah (*mesocarp*) yang selanjutnya sering disebut dengan CPO (*Crude Palm Oil*) dan minyak yang berasal dari inti buah atau yang lebih dikenal dengan sebutan PKO (*Palm Kernel Oil*) (Aila *et al.*, 2018). Kualitas dari minyak kelapa sawit terutama CPO umumnya dipengaruhi oleh kadar Asam Lemak Bebas (ALB), kadar air, dan kadar kotoran (Dewi, *et al.*, 2015). Tingginya kadar ALB pada CPO dapat mempengaruhi kualitas CPO secara signifikan, hal

tersebut dikarenakan kenaikan nilai ALB dapat mengakibatkan ketengikan, perubahan rasa dan warna pada CPO (Joe *et al.*, 2011). Salah satu penyebab kenaikan nilai ALB di pabrik CPO adalah adanya perlakuan restan (Lukito & Sudrajat., 2017). Buah sawit yang telah dipanen seringkali tidak dapat langsung diproses dipabrik dikarenakan kapasitas pabrik yang terbatas. Penundaan Proses produksi CPO di pabrik dapat memicu kenaikan ALB (Simatupang *et al.*, 2017) (Maimun *et al.*, 2017).

Kualitas CPO yang sangat berkaitan erat dengan kadar ALB mengakibatkan penelitian dalam rangka penurunan nilai ALB mejadi penting. Beberapa studi telah dilakukan perihal penurunan nilai ALB pada CPO, diantaranya adalah dengan penambahan adsorben zeoilt alam (Astuti *et al.*, 2006) penyemprotan brondolan dengan larutan natrium benzoat dan kalium benzoat (Dewi *et al.*, 2015) serta penambahan asap cair pada buah sawit telah berhasil menurunkan nilai ALB (Maimun *et al.*, 2017). Lebih jauh lagi, studi yang dilakukan oleh Maulana & Susanto (2015) berhasil menurunkan nilai ALB, nilai kadar air dan kosentrasi dari buah sawit yang diberi perlakuan dengan penambahan kalsium propionat $\text{Ca}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO})_2$. Ion Ca^{2+} pada larutan Kalsum propionat akan berinteraksi dengan pektin yang ada pada tumbuhan yang mengakibatkan penguatan dinding sel tumbuhan serta mengurangi kadar air pada dinding sel buah sawit. Berkurangnya kadar air juga berpengaruh erat terhambatnya proses hidrolisis trigliserida menjadi ALB dan gliserol (Altenhofen *et al.*, 2009; Torre *et al.*, 1992). Gambar 1 menunjukkan proses hidrolisis trigliseraldehida menjadi ALB dengan bantuan keberadaan air.



Gambar 1. Reaksi Hidrolisis trigliseraldehid (minyak) menjadi asam lemak dan gliserol. Keberadaan air berpengaruh terhadap reaksi hidrolisis. Gambar diadaptasi dari (Díaz *et al.*, 2014).

Figure 1. Hydrolysis of triglycerides (fat) into fatty acid and glycerol. The presence of water is pivotal in the hydrolysis reaction. The picture was adapted from (Díaz *et al.*, 2014).

Sebagaimana studi yang telah disebutkan diatas, pengaruh penambahan ion ion kalsium untuk menurunkan ALB dari buah sawit restan menarik untuk di teliti. Dalam penelitian ini, pengaruh penambahan ion Ca²⁺ dalam bentuk sediaan material yang umum ditemukan di pabrik sawit yaitu CaCO₃ akan diteliti pengaruhnya guna menurunkan nilai ALB dari berondolan buah sawit restan dengan kriteria luka dan tida luka. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya pengaruh nilai ALB dari berondolan buah sawit restan dengan rentang waktu restan 18, 23 dan 24 jam setelah penambahan CaCO₃ dengan variasi konsentrasi 300, 400 dan 500 g/l.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan: Berondolan buah sawit yang digunakan memiliki kriteria matang sempurna. Jumlah berondolan yang digunakan sebelum disemprot sebanyak 20 buah dengan kriteria buah luka dan tidak luka. Bahan kimia lain yang digunakan adalah, kalsium karbonat (CaCO₃) *Merck Millipore*, Natrium Hidroksida (NaOH) dari (*Merck Millipore*), Isopropil alkohol (C₃H₈O) (*Merck Millipore*), fenoftalein (*Merck Millipore*) dan Heksana (C₆H₁₄) (*Merck Millipore*).

Metode: Tahapan penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu ekstraksi minyak sawit dari (CPO) daging buah dan pengujian ALB dari CPO. Proses ekstraksi CPO dalam penelitian ini yang dilakukan dengan berlandaskan pada tahapan proses ekstraksi di CPO di pabrik kelapa sawit dengan skala tahapan proses disesuaikan dengan kapasitas laboratorium. Penyesuaian tahapan proses ekstraksi CPO dari skala pabrik ke skala laboratorium juga berandaskan studi oleh (Maulana & Susanto, 2015).

Ekstraksi CPO dari daging buah: Ekstraksi CPO diawali dengan pengambilan tandan buah segar baru dan pemisahan brondolan buah sawit dari janjang sawit. Sebanyak 20 berondolan buah sawit dengan kriteria luka dan tidak luka disiapkan untuk masing-masing parameter uji. Setiap berondolan luka dan tidak luka mendapatkan 2 perlakuan yang berbeda, yaitu variasi konsentrasi CaCO₃^{Daging} serta variasi perlakuan waktu restan. Brondolan telah dipisahkan dari janjang disemprot dengan larutan CaCO_{3(aq)} dengan konsentrasi masing-masing 300, 400 dan 500 g/l. Penyemprotan dilakukan secara merata keseluruhan permukaan brondolan dengan volume penyemprotan

CaCO₃ ± 5 ml. Berondolan yang telah disemprot diberi perlakuan restan selama 18, 23 dan 28 jam dengan menempatkan berondolan pada wadah kimia tertutup dengan waktu yang telah ditetapkan tersebut. Berondolan restan kemudian dipanaskan dalam *microwave oven* selama 5 – 7 menit dengan pengaturan temperatur uji pada ± 121°C. Pemisahan daging buah dengan kernel dan kulit luar buah dilakukan dengan metode konvensional dengan menggunakan pinset. Daging buah yang sudah dipisahkan selanjutnya diekstraksi minyak nya dengan *soxhlet extraction set* selama 8 jam. Heksana digunakan seagai pelarut dalam proses ekstraksi. Pemisahan heksan dari minyak hasil ekstraksi dilakukan dengan pemanasan pada suhu 105°C pada oven (*MEMMER oven*) selama 30 menit.

Analisa ALB: kandungan ALB ditentukan dengan melarutkan sample minyak yg telah di ekstraksi (3-5 gram) dengan pelarut isopropyl alcohol. Fenoftalein digunakan sebagai indikator warna asam dan basa. Penentuan kandungan ALB dilakukan dengan metode titrimetri. Natrium Hidroksida (NaOH) 0.0997 N digunakan sebagai zat pentiter. Titrasi dilakukan sampai warna dari larutan berubah menjadi menjadi jingga yang bertahan kurang lebih selama 30 detik.

Pengujian ALB dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk mendapatkan data yang lebih akurat. Kadar ALB dalam sampel minyak didapatkan dengan menggunakan perhitungan berikut:

$$\% \text{ ALB} = \frac{25,6 \times t \times n}{W}$$

Keterangan:

t = volume larutan NaOH yang digunakan (ml) N = normalitas larutan NaOH (0,0997 N)

W = berat sampel minyak yang digunakan (gram)

25,6 = massa molekul asam lemak bebas (konstanta yang diambil dari kandungan asam palmitat didalam asam lemak CPO).

Efektifitas penurunan nilai ALB sebagai akibat dari perlakuan dengan larutan CaCO₃ dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$\% \text{ Efektifitas penurunan nilai ALB} = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

a: nilai ALB sebelum diberi perlakuan

b: setelah diberi perlakuan CaCO₃

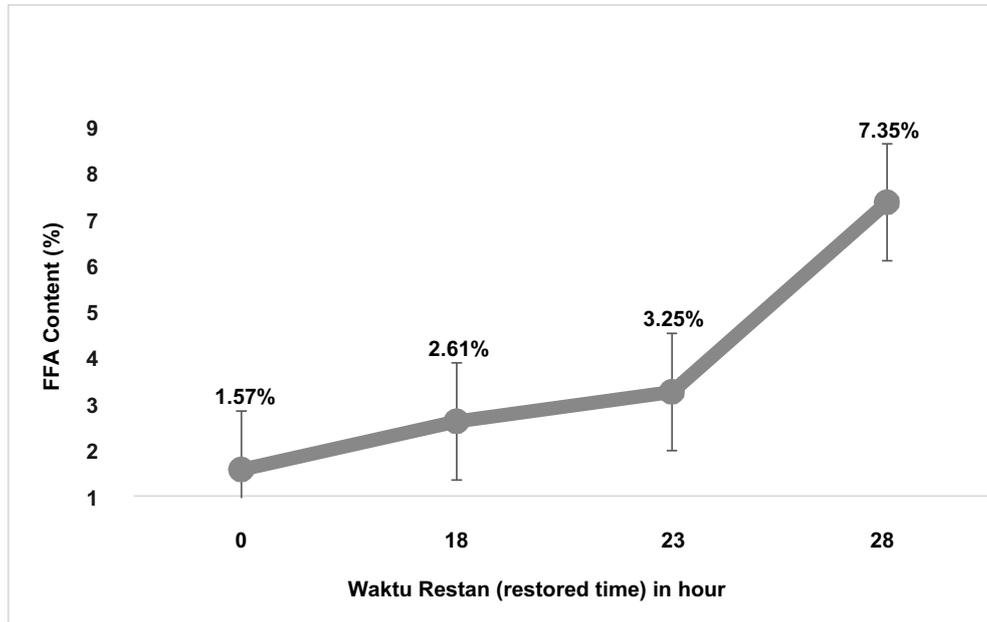
Hasil dan Pembahasan

Adanya waktu tinggal (restan) dari pemanenan buah kelapa sawit sampai proses produksi CPO mengakibatkan penurunan kualitas CPO diantaranya adalah dengan peningkatan kadar ALB (Asam Lemak Bebas). Perlakuan restan merupakan perlakuan yang lazim terjadi di industri pengolahan kelapa sawit menjadi CPO. Kapasitas produksi dan jarak tempuh buah sawit dari perkebunan ke pabrik seringkali membuat buah sawit harus memiliki waktu tinggal beberapa saat. Guna mengurangi kerugian akibat naiknya nilai ALB saat perlakuan restan, maka diperlukan langkah inovatif untuk mengatasi kenaikan laju ALB pada buah sawit restan. Pada penelitian kali ini, larutan CaCO_3 digunakan untuk menurunkan kadar ALB pada buah sawit restan. Alasan penggunaan CaCO_3 , selain dikarenakan interaksi ion Ca^{2+} - *pectin* yang dapat menghasilkan gel yang dapat mengisolasi *mesocarp* kelapa sawit dari kontak terhadap minyak dan air, sehingga reaksi kimia antara air dengan minyak (hidrolisis) menjadi berkurang (gambar 1), namun juga dikarenakan ketersediaan dan harga CaCO_3 yang terjangkau. Terlebih lagi, senyawa

(CaCO_3) juga merupakan senyawa yang umum digunakan pada proses produksi CPO, dimana senyawa ini digunakan untuk proses pemisahan biji kernel dan kulitnya.

Pada penelitian kali ini, digunakan 3 jenis variasi waktu restan yaitu 18, 23 dan 28 jam, hal tersebut berkaitan dengan kesesuaian waktu restan yang umumnya diterapkan di pabrik pengolahan kelapa sawit (PT. Sawit Mas Sejahtera). Variasi konsentrasi yang didasarkan pada *pre-eliminary* data tentang rentang konsentrasi yang efektif untuk menurunkan ALB pada buah kelapa sawit non restan. Proses ekstraksi minyak kelapa sawit dilakukan dalam skala laboratorium dengan menyerupai proses produksi CPO pada tingkat industri seperti terdapatnya proses perebusan brondolan sawit, pemisahan kulit dan daging dan untuk selanjutnya diambil minyaknya serta tahap terakhir merupakan penghilangan kotoran dan *moist*.

Pengaruh adanya perlakuan restan terhadap kandungan ALB dari CPO yang diekstraksi berodolan buah kelapa sawit ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Kadar Asam Lemak Bebas (ALB) pada buah restan dengan rentang waktu restan 0,18, 23 dan 28 jam tanpa adanya penambahan CaCO_3 . Semakin lama waktu restan, semakin tinggi nilai ALB nya. Waktu restan diatas 24 jam memiliki nilai FFA diatas nilai standard (standar < 5%)

Figure 2. Free Fatty Acid (FFA) content from restored palm fruitlets with restored period 0, 18, 23 and 28 h and without CaCO_3 addition. The longer the restored time, the higher the FFA value. The restored time over 24 hours creates FFA the standard value (standard < 5%)

Semakin lama waktu restan, maka angka ALB pun semakin meningkat. Tanpa perlakuan restan (0 jam) nilai ALB dari minyak kelapa sawit yang dihasilkan memiliki nilai 1.57%, sedangkan setelah adanya perlakuan restan nilai ALB meningkat menjadi 2.61%, 3.25% untuk jangka waktu restan 18 dan 23 jam. Kenaikan ALB cukup signifikan terlihat setelah perlakuan restan lebih dari 24 jam, dimana nilai ALB yang dihasilkan adalah 7.35% untuk waktu restan 28 jam. Perlakuan restan diatas 24 jam tidak direkomendasikan dikarenakan nilai ALB yang dihasilkan diatas batas ambang batas nilai ALB yang diperbolehkan pada CPO adalah 5% (SNI 01-2901-2006).

Penambahan larutan CaCO_3 pada berondolan buah kelapa sawit restan tipe normal memberikan efek penurunan nilai ALB dibandingkan dengan CaCO_3 sebagaimana ditampilkan pada . Tabel 1. Konsentrasi CaCO_3 yang memberikan penurunan nilai ALB paling optimum pada semua variasi waktu restan adalah optimum 400 g/l. Hal tersebut menunjukan jika semakin tinggi konsentrasi CaCO_3 maka semakin besar kemungkinan untuk penurunan nilai ALB nya. Penambahan CaCO_3 tidak cukup efektif untuk menghambat laju pembentukan ALB dari restan lebih dari 28 jam, hal tersebut terlihat dari nilai ALB diatas 5% (didas batas ambang standard) untuk semua sample uji restan 28 jam.

Tabel 1. Nilai ALB untuk minyak kelapa sawit tipe berondolan normal dengan perlakuan restan dan penambahan CaCO_3 .

Table 1. FFA content from normal-restored fruitlets with CaCO_3 addition treatment

Waktu restan (jam) (restored period)	Konsentrasi CaCO_3 (CaCO_3 concentration)			
	0 g/l	300 g/l	350 g/l	400 g/l
18 h	2.61%	2.60%	2.05%	1.59%
23 h	3.25%	2.98%	2.72%	2.44%
28 h	7.35%	6.25%	6.03%	5.95%

Efektifitas penurunan nilai ALB diukur berdasarkan selisih nilai ALB yang telah didapat sebelum dan setelah perlakuan dengan CaCO_3 untuk CPO dari berondolan restan-normal yang di beri penambahan CaCO_3 pada berbagai variasi waktu restan ditunjukkan oleh tabel 2 dan gambar 3. Efektifitas penurunan nilai ALB pada waktu restan 18 jam belum menunjukan efek yang cukup berarti pada konsentrasi 300 g/l, dimana penurunan nilai ALB hanya 0.38% dari nilai ALB tanpa perlakuan CaCO_3 . Penurunan nilai ALB yang cukup signifikan terlihat pada konsentrasi 350 g/l dan 400 g/l dimana nilai penurunan nilai ALB menjadi 21.45 % dan 39.08% dari nilai ALB tanpa perlakuan CaCO_3 . Efek penambahan CaCO_3 . Efektifitas penurunan ALB pada buah kelapa sawit yang diberikan CaCO_3 sebelum restan 23 jam menunjukan adanya

penurunan nilai ALB sebesar 24.92% dari nilai ALB tanpa perlakuan pada konsentrasi 400 g/l. Perbedaan konsentrasi CaCO_3 tidak memberikan efek yang berarti pada penurunan nilai ALB dari berondolan normal dengan waktu restan 28 jam. Hal tersebut dapat terlihat dari nilai penurunan nilai ALB yang berada di kisaran 15-19 % untuk ketiga konsentrasi uji. Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk mendapatkan penurunan yang lebih optimal bagi buah kelapa sawit restan diatas 24 jam dengan melakukan variasi lebih pada konsentrasi CaCO_3 . Adanya polymer pectin- Ca^{2+} yang terbentuk mengakibatkan penyerapan air disekitar daging buah, yang mengakibatkan penurunan laju hidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas (ALB). Pembentukan Ca^{2+} -pectin juga dilaporkan meningkatkan integritas dari dinding sel tumbuhan

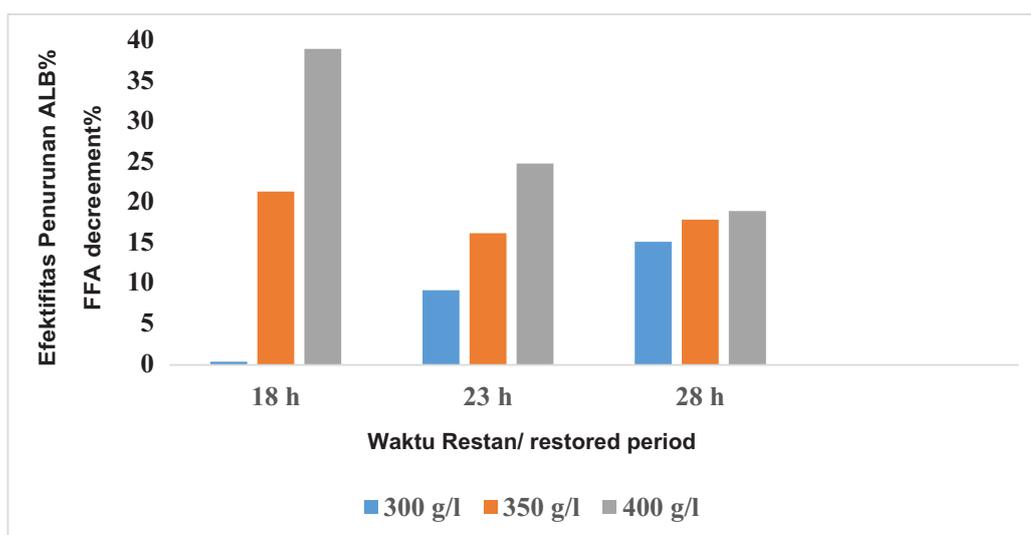
(Nurwahyuni *et al.*, 2020). Penelitian ini juga menunjukkan jika perlakuan restan diatas 28 jam menurunkan kualitas CPO yang terlihat dari nilai ALB yang tinggi bahkan setelah diberi perlakuan dengan penambahan CaCO₃. Pada penelitian ini sampai konsentrasi uji paling tinggi, tidak

ditemukan efek penurunan signifikan pada nilai ALB dari CPO yang diekstraksi dari brondolan normal. Penelitian ini memberikan inovasi metode guna menurunkan nilai ALB dari brodolon restan-normal untuk waktu restan <24 jam.

Tabel 2. Efektifitas penurunan nilai ALB pada berbagai variasi waktu restan dan konsentrasi CaCO₃ dari buah kelapa sawit normal.

Table 2. FFA decrement at various restored times and CaCO₃ concentration from normal-restored fruitlets.

Konsentrasi CaCO ₃ (concentration)	Waktu restan (restored time)		
	18 h	23 h	28 h
300 g/l	0,38%	9,23%	15,23%
350 g/l	21,45%	16,30%	17,95%
400 g/l	39,08%	24,92%	19,04%



Gambar 3. Efektifitas penurunan nilai ALB pada minyak kelapa sawit dari berondolan normal –restan yang diberi perlakuan CaCO₃. Nilai optimum penurunan nilai ALB didapatkan pada sample dengan waktu restan 18 dan konsentrasi CaCO₃ pada 400 g/l

Figure 3. FFA decrement from normal-restored fruitlets after CaCO₃ treatment. The optimum FFA decrement was obtained in 18-h restored time with addition of CaCO₃ at 400 g/l

Pada penelitian ini juga dilakukan telaah apakah terdapat efek penurunan nilai ALB pada pada minyak kelapa sawit dengan kriteria luka pada permukaan buah kelapa sawit. Terdapatnya luka pada permukaan buah kelapa sawit dapat

meningkatkan laju kenaikan nilai ALB pada minyak kelapa sawit (krisdianto, 2017). Sebagaimana tertera pada table 3 dan gambar 4, adanya penambahan CaCO₃ tidak efektif dalam menurunkan nilai ALB dari minyak sawit yang diekstraksi dari

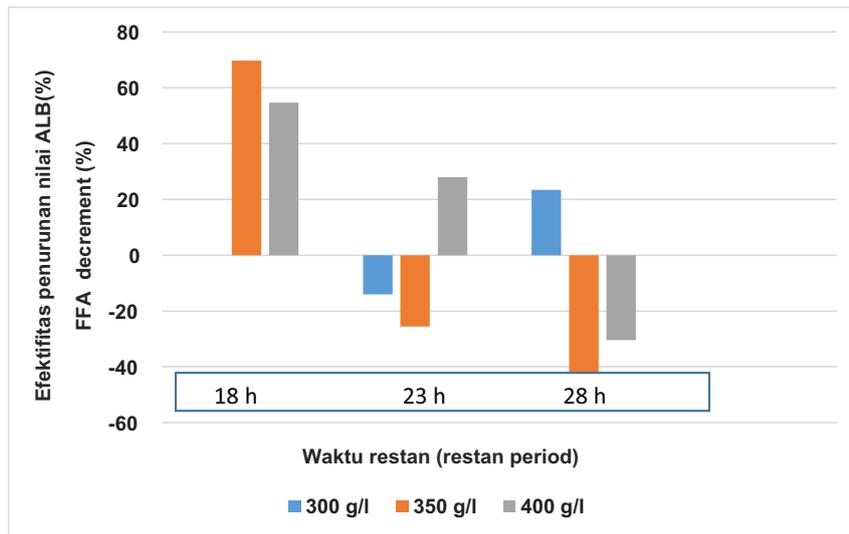
berondolan buah sawit restan yang memiliki luka pada permukaan buahnya. Kecenderungan nilai ALB yang fluktuatif setelah penambahan CaCO_3 menunjukkan metode ini tidak efektif untuk menekan nilai ALB pada buah yang luka. Hipotesis yang menyebabkan penurunan ALB menjadi tidak konsisten dikarenakan saat buah mengalami luka adanya kemungkinan senyawa pektin rusak sehingga saat diberikan perlakuan penambahan larutan kalsium karbonat, gel pektin tidak terbentuk sehingga tidak dapat melapisi daging buah dari air

dan tidak dapat menyerap air yang ada di dalam daging buah. Dibutuhkan studi lanjutan untuk mennetuakn hipotesis yang dituliskan. Efektifitas penurunan nilai ALB yang negatif pada waktu restan 23 dan 28 jam setelah perlakuan dengan CaCO_3 pada minyak kelapa sawit yang di ekstrak dari berondolan luka menunjukkan adanya peningkatan nilai ALB setelah perlakuan dengan CaCO_3 . Metode penambahan CaCO_3 tidak cukup efektif untuk menurunkan nilai ALB dari buah kelapa sawit restan dengan kerusakan morfologi tertentu.

Tabel 3. Efektifitas penurunan nilai ALB pada minyak kelapa sawit yang diekstraksi dari berondolan restan-luka dengan perlakuan penambahan CaCO_3

Table 3. FFA decrement of palm oil from wounded-restored fruitlets with CaCO_3 addition.

Konsentrasi CaCO_3 (concentration)	Waktu restan (restored period)		
	18 h	23 h	28 h
300 g/l	0%	-14,09%	23,43%
350 g/l	69,73%	-25,60%	-44,17%
400 g/l	54,60%	27,97%	-30,43%



Gambar 4. Efektifitas penurunan nilai ALB pada minyak kelapa sawit dari berondolan luka –restan yang diberi perlakuan CaCO_3 . Penambahan CaCO_3 nampak tidak efektif untuk mengurangi kadar ALB pada sample yang diekstraksi dari berondolan luka-restan.

Figure 4. FFA decrement of palm oil from wounded-restored fruitlets with CaCO_3 . The addition of CaCO_3 seemed ineffective to redcue the FFA value in wounded-restored sample.

KESIMPULAN

Penambahan CaCO_3 efektif untuk memberikan penurunan nilai ALB pada minyak sawit yang diekstraksi dari buah kelapa sawit restan dengan variasi normal (tidak luka). Diketiga variasi waktu restan, konsentrasi CaCO_3 yang paling optimum memberikan efek penurunan ALB adalah 400 g/l. Efektifitas penurunan ALB paling tinggi pada konsentrasi CaCO_3 400 g/l ditunjukkan saat waktu perlakuan restan 18 jam, dengan nilai penurunan nilai ALB sebesar 39,08%. Semakin lama waktu restan, maka semakin kecil penurunan nilai ALB-nya. Interaksi antara pectin pada daging buah dengan Ca dari CaCO_3 memungkinkan terbentuknya gel yang melindungi mesocarp dari paparan air yang berlebihan. Terkontrolnya kandungan air pada mesocarp dapat mengurangi laju hidrolisis trigliseraldehid menjadi ALB dan gliserol. Kendati metode ini efektif untuk menurunkan nilai ALB dari tipe berondolan kelapa sawit restan-normal, hal tersebut tidak berlaku pada tipe berondolan kelapa sawit luka. Kecenderungan nilai ALB yang fluktuatif setelah penambahan CaCO_3 pada buah kelapa sawit restan-luka menunjukkan terdapat proses biokimia lain yang mungkin terlibat sehingga penambahan CaCO_3 tidak cukup efektif untuk menurunkan nilai ALB pada buah kelapa sawit restan-luka.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluehrh staff dan manajemen PT SMARTT Tbk, PSM 2 Region Sumatra selatan 2, PT. Sawit Mas Sejahtera (PT. SMS), Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Sungai Kikim Mill yang terletak di Kecamatan Kikim Tengah, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatra Selatan yang telah memfasilitasi berlangsungnya kegiatan penelitian ini.

Informasi Kontribusi

G.A.S melakukan penelitian dan analisis data, L.O. melakukan supervisi penelitian dan analisis data, N.V.M melakukan analisis data. Semua penulis bertanggung jawab atas isi dari tulisan serta memiliki kontribusi yang sama pada penulisan manuskrip ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aila, N., Hassim, M., Lida, N., & Mat, H. 2018. Usage of palm oil, palm kernel oil and their fractions as confectionery fats. *Journal of Oil Palm Research*. 29 (3): 301-310. <https://doi.org/10.21894/jopr.2017.2903.01>.
- Altenhofen, M., Cristiane, A., Bierhalz, K., & Kieckbusch, T. G. 2009. Alginate and pectin composite films crosslinked with Ca^{2+} ions : Effect of the plasticizer concentration. *Carbohydrate Polymers*. 77(4): 736–742. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.02.014>.
- Astuti, W., Junaedi, A., Suryani, E., Ismail, R. 2006. Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Sawit (CPO) Menggunakan Zeolit Alam Lampung. *Prosiding Seminar Nasional 2006 Iptek Solusi Kemandirian Bangsa*. Yogyakarta, 2 – 3 Agustus. ISBN 9793688599.
- Dewi, L. C., Susanto, W. H., & Maligan, J. M. 2015. Penanganan pasca Panen kelapa Sawit (penyemprotan dengan Natrium Benzoat dan Kalium Sorbat terhadap mutu CPO). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2):489-498.
- Díaz, G. C., Tapanes, N. de la C. O., Câmara, L. D. T., & Aranda, D. A. G. 2014. Glycerol conversion in the experimental study of catalytic hydrolysis of triglycerides for fatty acids production using Ni or Pd on Al_2O_3 or SiO_2 . *Renewable Energy*. 64:113–122. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.11.006>.
- Hayyan, A., Alam, Z., Mirghani, M. E. S., Kabbashi, N. A., Irma, N., Mohd, N., Mohd, Y., & Tahiruddin, S. 2011. Reduction of high content of free fatty acid in sludge palm oil via acid catalyst for biodiesel production. *Fuel Processing Technology*. 92(5): 920–924. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2010.12.011>.
- Ismail, S. R., Maarof, S. K., Ali, S. S., & Ali, A. 2018. Systematic review of palm oil consumption and the risk of cardiovascular disease. *PLoS ONE*. 13(2):1–16.
- Joe, T., Argout, X., Summo, M., Champion, A., Cros, D., Omoro, A., Nouy, B., & Morcillo, F. 2011. *Regulatory Mechanisms Underlying Oil Palm*

- Fruit Mesocarp Maturation , Ripening , and Functional Specialization in Lipid and Carotenoid Metabolism 1 [W][OA]. Plant Physiology. 156(June): 564–584. <https://doi.org/10.1104/pp.111.175141>.*
- Krisdiarto, A. W., Sutiarto, L., & Widodo, K. H. 2017. Optimasi Kualitas Tandan Buah Segar Kelapa Sawit dalam Proses Panen-Angkut Menggunakan Model Dinamis. *Agritech*, 37(1), 1 0 1 - 1 0 7 . <https://doi.org/10.22146/agritech.17015>.
- Lukito, P.A., Sudrajat. 2017. Pengaruh Kerusakan Buah Kelapa Sawit terhadap Kandungan Free Fatty Acid dan Rendemen CPO di Kebun Talisayan 1 Berau. *Bul. Agrohorti* 5 (1) : 37 – 44. <https://doi.org/10.29244/agrob.v5i1.15890>
- Maiumun , T., Arahman, N., Hasibuan,F.A., Rahayu, P. 2017. 2017. Penghambatan Peningkatan Kadar Sam Lemak Bebas (free Fatty Acid) pada Buah Kelapa Sawit dengan menggunakan Asap Cair. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia. 09(02):44-49. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v9i2.84>*.
- Maulana, A. F., & Susanto, W. H. 2015. Pengaruh Penyemprotan Larutan Kalsium Propionat dan kalium Sorbat pada Pasca Panen Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap kualitas CPO.*Jurnal Pangan Dan Agroindustri. 3(2): 453–463.*
- Nurwahyuni, E., & Susila, T. 2020. Penambahan Kalsium Meningkatkan Kandungan Pektin pada Bibit Kelapa Sawit Tercekam Kekeringan (*Elaeis guineensis* JACQ.). *J. Pen. Kelapa Sawit. 28(3): 169-178.*
- Simatupang , G.A., 2017. Pengaruh penggunaan larutan kalsium karbonat terhadap kadar asam lemak bebas buah kelapa sawit matang. *tugas akhir*, Program studi Teknologi Pengolahan sawit, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Sunardi, D., 2015. Analisis daya saing dan faktor penentu ekspor komoditas unggulan indonesia ke organisasi kerjasama islam (oki). Thesis, Department ilmu ekonomi, Sekolah Pasca Sarjana IPB.
- Torre, M., Rodriguez, A. R., & Saura-calixtot, F. -1992. Study of the Interactions of Calcium Ions with Lignin , Cellulose , and Pectin. *J. Agrlc. Food C h e m . 4 0 : 1 7 6 2 – 1 7 6 6 . <https://doi.org/10.1021/jf00022a007>*

