ISSN 0853 - 2141

WARTA PPKS

Volume 24 Nomor 3, Oktober 2019

PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT

Warta PPKS	Vol. 24	No. 3	Hal. 93 - 153	Medan, Oktober 2019	ISSN 0853 - 2141

Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit

(News of Indonesian Oil Palm Research Institute)

Vol. 24 No. 3 ISSN 0853 - 2141 Oktober 2019

Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit (Warta PPKS) memuat artikel primer dan skunder yang bersumber langsung pada hasil penelitian, kajian maupun pengalaman di lapangan yang berkaitan dengan kelapa sawit dan belum pernah dipublikasikan.
Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit terbit tiga nomor dalam setahun.

Penasehat *Advisor*	Direktur Pusat Penelitian Kelapa Sawit *(Director of Indonesian Oil Palm Research Institute)*
Penanggung Jawab Redaksi *Responsible of Editorial board*	Dr. Iman Yani Harahap (Fisiologi Tanaman/*Crop Physiology*)
Ketua Dewan Redaksi *Chairman of Editorial board*	Dr. Eka Nuryanto, M.Si (Ilmu Kimia/*Chemist*)
Dewan Redaksi *Editorial board*	Dr. Erwinsyah (Ilmu Lingkungan/*Environmental Science*) Dr. Winarna(Ilmu Tanah/*Soil Science*) Ir. Yusran Pangaribuan, M.Si (Agronomi/*Agronomist*) Sujadi, Sp, M.Si (Pemuliaan/*Breeding*) Ir, Agus Eko Prasetyo, M.Si (Hama & Penyakit Tan./*Pests and Diseases*) M. Akmal Agustira, SP., Msc. (Ekonomi Pertanian/*Agricultural Economics*)
Redaksi Pelaksana *Managing Editor*	Safruddin, ST Erlianto, SP. Sri Amelia, ST Rara Aza Addieny, SE.

Alamat (Address)

Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Jl. Brigjen Katamso 51 Medan 20158, Indonesia

Telp.: (061) 7862477 Fax : (061) 7862488

E-mail : admin@iopri.org

Website : http://www.iopri.org

Komisi Nasional Akreditasi Pranata Penelitian & Pengembangan

Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit tercantum di dalam dokumen KNAPPP - PPKS No.:02:2007

ISSN 0853 - 2141

Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit
(***News of Indonesian Oil Palm Research Institute***)

Volume 24 Nomor 3 Oktober 2019

PEMERANGKAPAN MASSAL HAMA *CHALCOSOMA ATLAS* MENGGUNAKAN PERANGKAP BUAH NANAS DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Agus Eko Prasetyo, Mahardika Gama Pradana, Parlaungan Sitompul[1], Asman Sarif Daulay[1], dan Hasiholan Pasaribu[1] ..... 93 - 102

MENGANTISIPASI LEDAKAN ULAT API *Parasa lepida* DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT SUMATERA UTARA

Hari Priwiratama, Mahardika Gama Pradana, Agus Eko Prasetyo, Dan Agus Susanto ..... 103 - 116

MENGENAL LIPASE: ENZIM PENYEBAB KERUSAKAN PADA MINYAK SAWIT

Retno Diah Setiowati, Frisda Rimbun Panjaitan, Yurna Yenni, Dan Edy Suprianto ..... 117 - 126

DINAMIKA AIR DI DALAM TANAH DAN HUBUNGANNYA DENGAN CEKAMAN KEKERINGAN PADA TANAMAN KELAPA SAWIT

Eko Noviandi Ginting ..... 127 - 140

PEROLEHAN RENDEMEN CPO DAN KERNEL DARI 7 PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN ASAL BUAH BERBEDA (Studi Kasus di Propinsi Jambi)

Hasrul Abdi Hasibuan ..... 141 - 146

FENOLOGI PERKEMBANGAN BUNGA DAN PRODUKSI TANDAN DELAPAN VARIETAS KELAPA SAWIT PPKS DI KEBUN BENIH ADOLINA PT PERKEBUNAN NUSANTARA IV

Sujadi ..... 147 - 153

PENGANTAR REDAKSI

WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit adalah merupakan media publikasi ilmiah bagi para pakar, peneliti, praktisi, dan seluruh elemen yang terlibat di dalam industri kelapa sawit Indonesia. WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit ini berisi informasi hasil penelitian, kajian, maupun pengalaman di lapangan mengenai industri kelapa sawit. Berbagi informasi untuk perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia akan mempercepat peningkatan daya saing kelapa sawit Indonesia di dunia internasional. Saran perbaikan dan ide-ide pembaharuan untuk perbaikan WARTA ini sangat kami harapkan. Partisipasi aktif dari para pakar, peneliti, dan praktisi industri kelapa sawit di Indonesia sangat kami harapkan untuk lebih menghidupkan media publikasi ilmiah ini.

WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit Volume 24 Nomor 3 terbit dengan menyajikan artikel: Pemerangkapan massal hama *Chalcosoma Atlas* menggunakan perangkap buah nanas di perkebunan kelapa sawit; Mengantisipasi ledakan ulat api *Parasa lepida* di perkebunan kelapa sawit sumatera utara; Mengenal lipase: enzim penyebab kerusakan pada minyak sawit; Dinamika air di dalam tanah dan hubungannya dengan cekaman kekeringan pada tanaman kelapa sawit; Perolehan rendemen CPO dan kernel dari 7 pabrik kelapa sawit dengan asal buah berbeda (studi kasus di propinsi Jambi); Dan Fenologi perkembangan bunga dan produksi tandan delapan varietas kelapa sawit PPKS di kebun benih adolina PT. Perkebunan Nusantara IV.

Redaksi WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit mengharapkan di masa mendatang tulisantulisan mengenai kelapa sawit dari peneliti dan praktisi industri kelapa sawit yang akan bermanfaat bagi stakeholder dan industri perkelapasawitan.

Salam,

Redaksi

PEMERANGKAPAN MASSAL HAMA *CHALCOSOMA ATLAS* MENGGUNAKAN PERANGKAP BUAH NANAS DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Agus Eko Prasetyo, Mahardika Gama Pradana, Parlaungan Sitompul[1], Asman Sarif Daulay[1], dan Hasiholan Pasaribu[1]

ABSTRAK

Kumbang *Chalcosoma atlas* merupakan salah satu hama minor di perkebunan kelapa sawit. Kumbang memakan bagian pelepah tanaman kelapa sawit tetapi tidak sampai titik tumbuh, dan terkadang ditemukan memakan buah matang kelapa sawit. Pemerangkapan massal menggunakan perangkap buah nanas telah dilakukan di perkebunan kelapa sawit lahan gambut, Indragiri Hulu, Riau pada tanaman belum menghasilkan seluas 2.963,89 ha yang ditempatkan di setiap pinggir blok dengan jarak antar perangkap 100-200 m. Sebanyak 2-3 potong buah nanas (sekitar 100-200 g) dimasukkan ke dalam botol berlubang dan dipasang di dalam sebuah perangkap jirigen modifikasi kapasitas 15 L dan dipasang pada ketinggian sekitar 2,5 m. Pengamatan terhadap pemasangan perangkap buah dilakukan setiap hari dimulai pada Juni hingga November 2017. Hasil menunjukkan bahwa selama 6 bulan telah terperangkap sejumlah 650.691 kumbang. Pada periode puncak yakni Juli-September 2017 jumlah rerata tangkapan terbanyak dapat mencapai 39,96 kumbang/perangkap/hari kemudian cenderung menurun hingga akhir November 2017 menjadi sebesar 6,30 kumbang/perangkap/hari. *Sex ratio* kumbang *C. atlas* jantan dan betina yang tertangkap adalah 1 : 1. Intensitas serangan kumbang *C. atlas* pada tanaman kelapa sawit juga menurun dari 23,08% menjadi 10,14% dalam waktu 6 bulan. Pemerangkapan massal menggunakan buah nanas cukup efektif dalam mengurangi populasi hama *C. atlas* sehingga perlu dilanjutkan bahkan ditambah jumlah perangkapnya.

Kata kunci: *Chalcosoma atlas*, perangkap buah, nanas, *replanting*

PENDAHULUAN

Kumbang merupakan ordo animalia terbesar di dunia dengan jumlah spesies sekitar 10 kali lebih banyak dibandingkan dengan hewan vertebrata. Peran kumbang dapat sebagai carnivora, herbivora, pemakan bangkai, penghuni air, penghuni gurun, spesies fossil, dan spesies arboreal (Mason & Cobaugh, 2013). Salah satu spesies kumbang yang berukuran paling besar adalah dari genera Chalcosoma (Kawano, 2002; Chandra & Gupta, 2013). Genera ini diklasifikasikan dari Ordo Coleoptera, famili Scarabaidea, subfamili Dinastinae, dan subtribe Chalcosomina. Karakter kumbang Chalcosoma yang paling menonjol adalah adanya sepasang tanduk dorsolateral pada pronotum dan satu tanduk basomedial mendatar pada pada bagian kepala (Rowland & Miller, 2012; Ishiichi *et al*., 2019).

Genera Chalcosoma yang tersebar di daerah Asia dan Australia yakni *C. atlas* dan *C. caucasus* yang telah diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi dan molekuler (Rowland & Miller, 2012; Bouchard *et al*., 2014). Kawano (2002) menyatakan bahwa *C. caucasus* yang utamanya hidup pada ketinggian 800-1.500 m dpl berukuran 16% lebih besar dibandingkan dengan *C. atlas* dengan habitat hidup di ketinggian 0-1.200 m dpl. Selain itu, terdapat juga *C. moellenkampi* yang merupakan spesies endemik pulau Kalimantan, dan *C. chiron* (Kohiyama, 2014) di daerah Amerika. Berbagai spesies Chalcosoma ini telah dilaporkan menyebabkan kerusakan pada berbagai tanaman budidaya seperti tanaman hutan, rotan, dan beberapa tanaman palma (Kalshoven, 1991; Winotai, 2014).

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

Agus Eko Prasetyo (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
[1]R & D Darmex Agro, Bangkinang, Riau
Email: prasetyo_marihat@yahoo.com

Perkembangan pesat luas perkebunan kelapa sawit yang merupakan tanaman asli Afrika di Indonesia hingga lebih dari 14 juta ha (Ditjenbun, 2019) dengan penanaman monokultur mengakibatkan munculnya serangan hama termasuk diantaranya *C. atlas*. Terlebih lagi, areal perkebunan berbatasan dengan wilayah hutan atau areal gambut yang berpotensi menyediakan berbagai bahan organik sebagai tempat berkembang biak bagi hama kumbang tanduk ini (Mason & Cobaugh, 2013. Larva *C. atlas* yang memiliki ciri khas berbulu kurang jelas/nyata, ada tiga pasang kaki yang berkembang, badan dapat mengembang dan berukuran besar (> 4 cm) memakan material tumbuhan yang membusuk meskipun tidak selalu (Kalshoven, 1991; Harianto, 2009). Meskipun demikian, hama kumbang tanduk *C. atlas* termasuk hama minor pada tanaman kelapa sawit (Bedford, 1980; Susanto *et al*., 2015).

Gejala kerusakan yang ditimbulkan oleh hama *C. atlas* diantaranya adalah patahnya pelepah muda, biasanya daun ke 9-17 yang diakibatkan oleh gerekan kumbang pada bagian tengah pelepah (Susanto *et al*., 2015). Patahnya pelepah ini tidak mengakibatkan potongan daun seperti huruf V terbalik yang sering terlihat pada serangan hama kumbang badak Oryctes rhinoceros (Susanto *et al*., 2012). Pada tanaman kelapa, serangan kumbang juga terjadi pada pembibitan di Filipina dan Papua Nugini (Winotai, A. 2014). Kumbang menggerek atau memotong bagian batang, tunas dan tangkai bunga tanaman rotan. Gerekan sering juga akibat sekunder dari gerekan hama tikus atau tupai (Chung, 1995). Beberapa peneliti pernah melaporkan stadia larva yang menyerang tanaman rotan (Dransfield & Manokaran, 1993) dan batang berbagai tanaman palma (Marshall 1916), meskipun pada tanaman kelapa sawit belum pernah dilaporkan serangan pada stadia hama tersebut.

Pengendalian yang sering dilakukan adalah dengan menggunakan insektisida seperti yang dilakukan pada perkebunan kelapa (Winotai, 2014). Pengendalian dengan sistem ini membutuhkan biaya yang cukup mahal dan aplikasi yang sangat tergantung dengan musim. Dewasa ini sering dilaporkan pemanfaatan nanas (*Ananas comosus*) untuk menarik kumbang. Hanya saja, kajian mengenai hasil tangkapan dan pengaruhnya terhadap tingkat kerusakan tanaman kelapa sawit belum pernah dipublikasikan. Makalah ini merupakan studi kasus pemerangkapan massal kumbang *C. atlas* di perkebunan kelapa sawit lahan gambut menggunakan perangkap buah nanas.

BAHAN DAN METODE

Kondisi Kebun

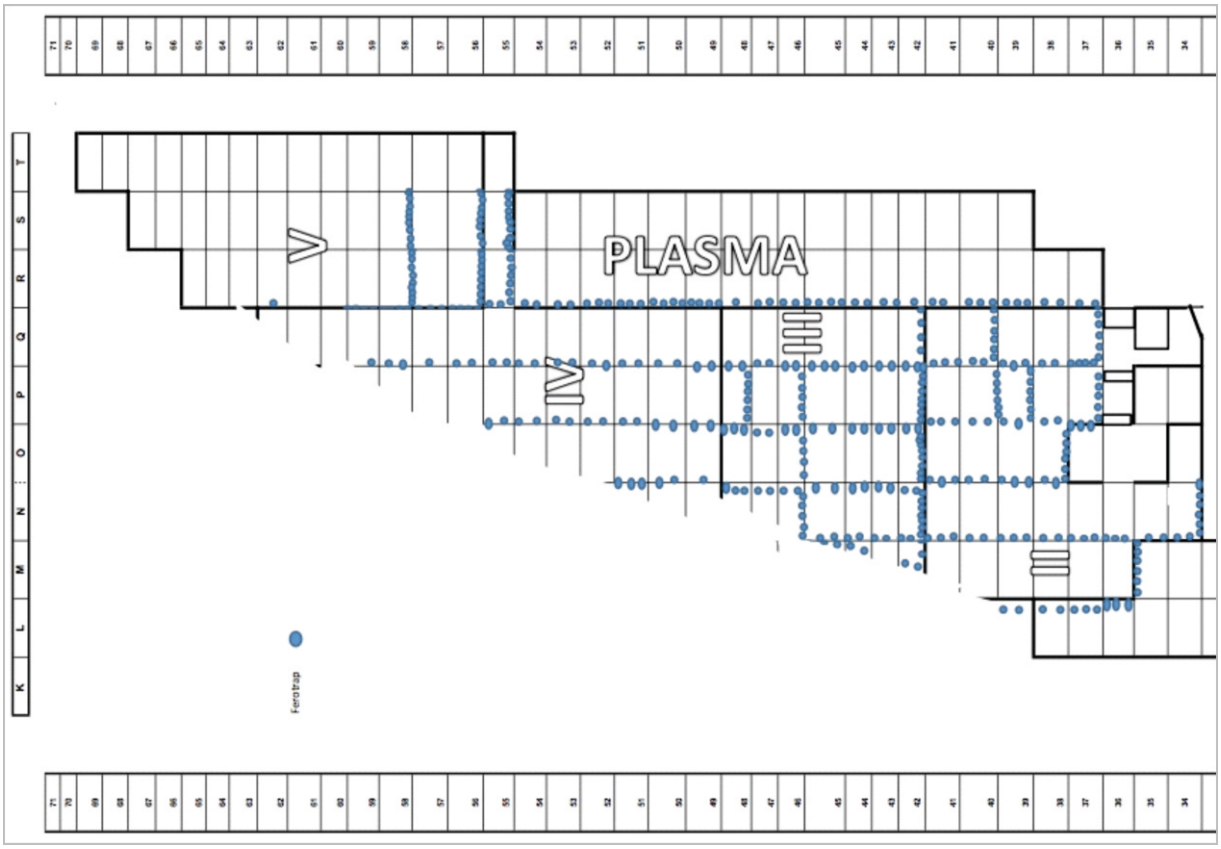
Kebun kelapa sawit berada di Indragiri Hulu, Riau yang merupakan lahan gambut tipe Hemik dengan kedalaman 1-3 m. Aplikasi perangkap buah nanas dilakukan di empat divisi di kebun kelapa sawit dengan total seluas 2.963,89 ha meliputi Divisi II (750,89 ha), Divisi III (714,30 ha), Divisi IV (758,60 ha), dan Divisi V (940,10 ha). Beberapa lokasi di sekitar lokasi pemerangkapan massal merupakan areal peremajaan tanaman (*replanting*) yang dilakukan pada Juli 2015 hingga Desember 2017. Metode peremajaan tanaman adalah dengan sistem compacting atau tunggul tanaman sawit lama dibenamkan, tanah dipadatkan dengan alat berat hingga permukaan areal rata.

Perangkap buah nanas

Jenis nanas yang digunakan tidak ditentukan, artinya bisa rasanya manis atau asam, yang penting kondisinya sudah matang. Satu buah nanas dipotong-potong kemudian sejumlah 100-200 g potongan dimasukkan ke dalam botol yang berlubang-lubang. Botol berisi potongan buah nanas tersebut diletakkan di dalam sebuah perangkap buah yang dibuat dari ember atau potongan jirigen bekas yang dimodifikasi dengan menempatkan dua potongan seng yang disusun berbentuk tanda + (plus) seperti perangkap feromon untuk kumbang badak *O. rhinoceros* (Gambar 1). Penggantian potongan buah nanas tersebut dilakukan setiap seminggu sekali. Perangkap buah nanas ini digantungkan pada tiang dengan ketinggian sekitar 2,5 m.

Perangkap dipasang pada setiap pinggir blok pada jarak sekitar 100-200 m dengan harapan supaya hama kumbang di tengah blok dapat tertarik keluar blok dan hama kumbang yang ada di luar blok (blok lain atau kebun lain) tidak masuk ke dalam blok tersebut selain untuk memudahkan pengamatan karena berada di pinggir jalan. Tata letak pemasangan perangkap terlihat pada Gambar 2 yang berada di Divisi II, III, IV, dan V, kebun kelapa sawit di Indragiri Hulu, Riau.

Gambar 1. Perangkap buah nanas



Gambar 2. Tata letak perangkap buah nanas di pinggir blok Divisi II, III, IV, dan V kebun kelapa sawit di Indragiri Hulu (tanda lingkaran warna biru)

Pengamatan hasil tangkapan

Periode pemasangan dan pengamatan intensif setiap hari dilaksanakan pada 1 Juni hingga 30 November 2017. Pengamatan yang dilakukan meliputi jenis serangga yang masuk ke dalam perangkap, jumlah maupun jenis kelamin jantan atau betina.

Pengamatan intensitas serangan C*halcosoma atlas*

Intensitas serangan hama kumbang *C. atlas* dilakukan sebelum dan sesudah pemerangkapan massal. Serangan kumbang *C. atlas* yang terlihat adalah pelepah muda yang terpotong karena gerekan kumbang pada bagian tengah pelepah (Gambar 3). Bagian pangkal pelepah tidak terdapat lubang gerekan yang menandakan bahwa kumbang tidak dijumpai memakan umbut atau titik tumbuh tanaman kelapa sawit. Bahkan, pada tanaman menghasilkan di blok lain juga terlihat hama kumbang menggerek tandan buah yang sudah matang. Penentuan intensitas serangan menggunakan metode skoring yakni:

Skor 0 : tanaman sehat

Skor 1 : 1-2 pelepah terpotong/rusak

Skor 2 : 3-4 pelepah terpotong/rusak

Skor 3 : 5-6 pelepah terpotong/rusak

Skor 4 : > 7 pelepah terpotong/rusak

Gambar 3. Gejala serangan kumbang *Chalcosoma atlas* pada pelepah daun kelapa sawit (atas) dan tandan buah matang kelapa sawit (bawah)

Intensitas serangan *C. atlas* dihitung berdasarkan formula:

$$IS = \frac{\Sigma (n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

IS = Intensitas serangan hama *C. atlas*

n = Jumlah tanaman pada setiap skor tingkat kerusakan/serangan

v = Skor tingkat kerusakan

N = Total jumlah tanaman yang diamati

V = Nilai skor tingkat kerusakan/serangan tertinggi

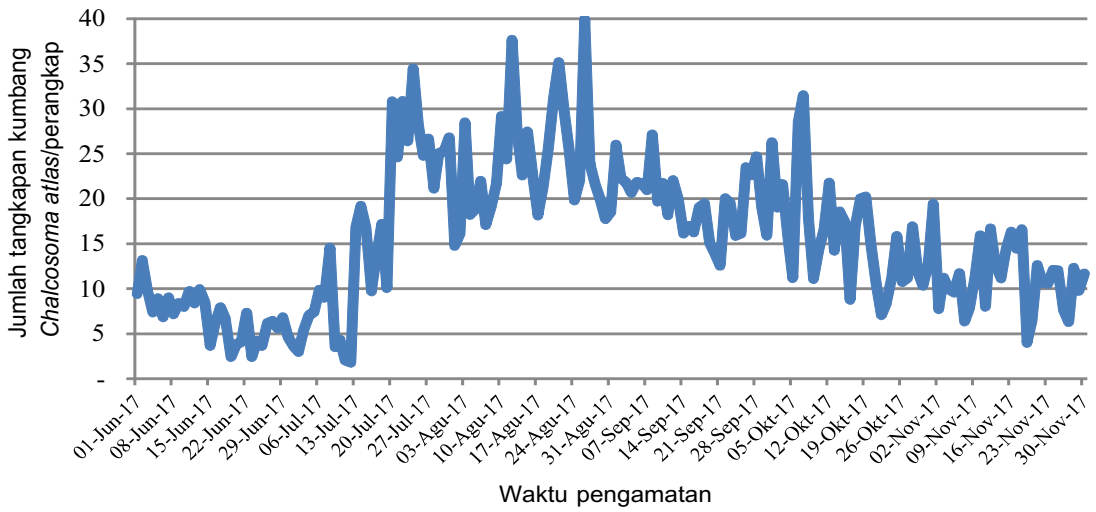
HASIL DAN PEMBAHASAN

Adanya program peremajaan tanaman meningkatkan populasi kumbang *Chalcosoma atlas*. Terbukti, serangan hama di lapangan terlihat meningkat meskipun tidak dihitung secara matematis. Selama lebih dari satu tahun, perkembangan populasi larva diduga meningkat dengan banyaknya sumber bahan organic baru sebagai tempat berkembang biak hama *C. atlas*. Pada awalnya (1-11 Juni 2017), perangkap buah nanas dipasang pada Divisi II sebanyak 95 perangkap buah kemudian bertambah pada Divisi III dan IV menjadi sejumlah 238 perangkap buah. Perluasan areal replanting dilakukan sehingga penambahan jumlah perangkap buah menjadi 375 perangkap buah dengan pemasangan hingga Divisi V dimulai pada 21 Oktober 2017.

Hasil tangkapan kumbang Chalcosoma atlas

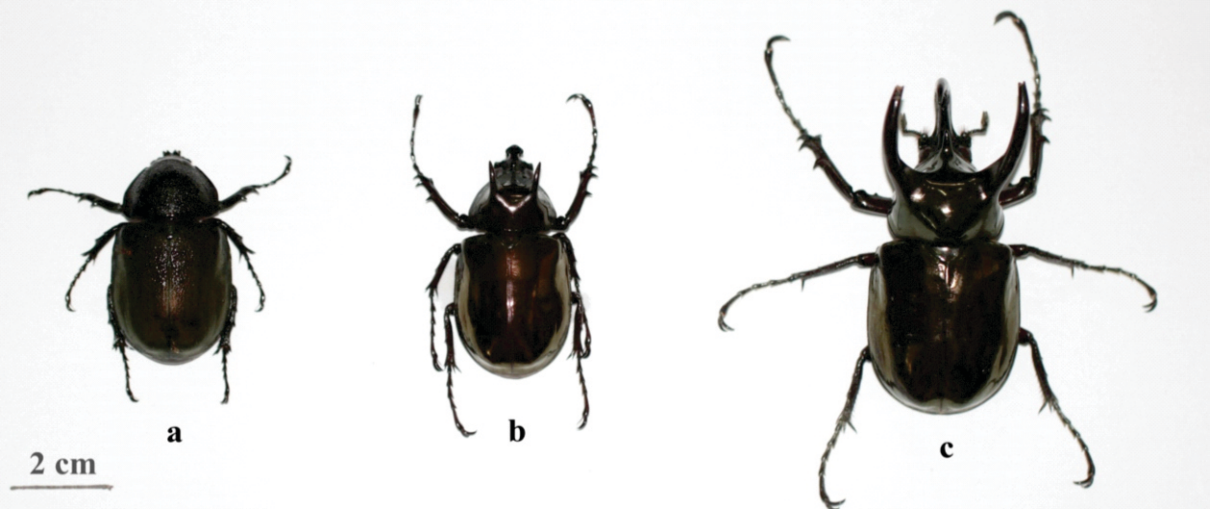
Secara umum, terdapat berbagai serangga yang berada di dalam perangkap buah nanas yakni dominan adalah kumbang *C. atlas*, cocopet, berbagai serangga ordo Diptera dan Hymenoptera. Jenis serangga yang berperan sebagai hama kelapa sawit hanya kumbang *C. atlas*. Sumber hama kumbang *C. atlas* berasal dari kebun setempat maupun areal hutan tersier yang berada di luar kebun. Studi yang dilakukan oleh Yulianty (2017) menunjukkan bahwa umumnya nilai kelimpahan spesies *C. atlas* di daerah sekitar pantai cukup besar yakni sejumlah 2 individu/m^2.

Hasil tangkapan kumbang *C. atlas* terlihat pada Gambar 4. Pada awal Juli 2017, jumlah tangkapan kumbang *C. atlas* meningkat tajam dengan puncaknya terjadi selama periode pertengahan Juli hingga awal September 2017. Hal ini berkaitan dengan meningkatnya populasi kumbang *C. atlas* di lapangan. Jumlah tangkapan kumbang *C. atlas* kemudian cenderung menurun hingga pengamatan akhir Oktober 2017. Artinya, usaha pemerangkapan massal menggunakan buah nanas ini cukup efektif dalam mengurangi populasi kumbang di lapangan sekaligus memutus siklus hidup hama. Selama periode 6 bulan pemasangan telah berhasil tertangkap sejumlah 650.691 kumbang dengan rerata jumlah tangkapan 1,79 – 39,96 kumbang/perangkap/hari.



Gambar 4. Jumlah tangkapan kumbang *Chalcosoma atlas* pada perangkap buah nanas setiap hari selama 6 bulan

Rasio kumbang jantan dan betina *C. atlas* yang tertangkap rerata adalah 116 : 112 atau 1 : 1. Hal ini menunjukkan bahwa populasi kumbang jantan dan betina cukup seimbang. Kumbang jantan memiliki tanduk pada bagian kepala dan thorax, sedangkan kumbang betina tidak (Kaltenbach, 2018; Ichiishi *et al*., 2019). Hasil pengamatan terhadap kumbang *C. atlas* dijumpai kumbang jantan yang memiliki tanduk pendek (minor) dan tanduk panjang (mayor) (Gambar 5). Semakin panjang ukuran tubuh maka semakin panjang ukuran tanduknya (Kawano, 2002). Dimorfisme morfologi dan ukuran tanduk diduga berhubungan dengan perbedaan perilaku antara kumbang jantan minor dan mayor meskipun masih sedikit dipahami sebagai strategi perkawinan seperti mencari dan mengamankan kumbang betina dalam kebanyakan spesies kumbang tanduk (Kawano, 2002; McCullough *et al*., 2015). Selain berguna untuk upaya mengawini kumbang *C. atlas* betina, tanduk kumbang jantan juga berfungsi untuk melawan musuh serta mempertahankan wilayah teritorialnya (Oberbillig, 2009; Jahn, 2019).



Gambar 5. Kumbang *Chalcosoma atlas* betina (a), jantan minor (tanduk pendek) (b), dan jantan mayor (tanduk panjang) (c)

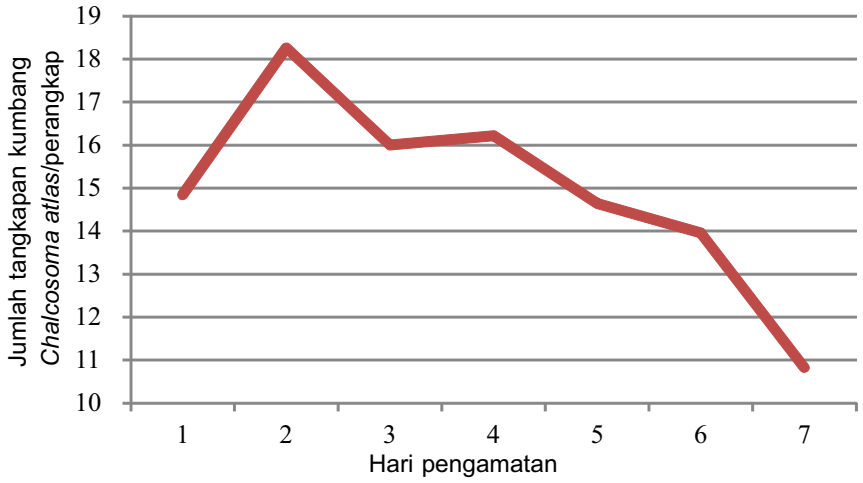
Umumnya, semua larva Scarabaidea memakan sisa tumbuhan yang sedang melapuk, sementara imago (kumbang) akan memakan buah, daun ataupun eksudat tanaman. Kumbang hidup di cabang atau pelepah atau permukaan apa pun di atas tanah pada suhu 23-26°C. Penelitian di rumah kasa membuktikan bahwa kumbang dapat hidup dan berkembang biak dalam ruang kecil berukuran 30 x 15 x 20 cm^3 yang berisi campuran pupuk kandang dan kayu keras yang membusuk (lembab). Metamorfosis dapat terjadi setelah 4 bulan hingga 3 tahun dengan lama hidup fase kumbang adalah 3-6 bulan (Mason & Cobaugh, 2013).

Daya tarik perangkap buah nanas terhadap kumbang *Chalcosoma atlas*

Nanas memiliki kandungan air 90% dan sisanya berupa kalium, kalsium, fosfor, magnesium, zat besi, natrium, iodium, sulfur, khlor, biotin, vitamin A, vitamin B12, vitamin C, vitamin E, dekstrosa, sukrosa atau tebu, serta enzim bromelin (Prahasta, 2009). Gula yang terkandung dalam nanas yaitu glukosa 2,32% fruktosa 1,42% dan sukrosa 7,89%. Asam-asam yang terkandung dalam buah nanas adalah asam sitrat, asam malat, dan asam oksalat. Jenis asam yang paling dominan yakni asam sitrat 78% dari total asam (Irfandi, 2005). Kandungan gula ini yang diduga menjadi *food attractant* bagi kumbang *C. atlas* atau ada senyawa lain yang perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Berbagai buah juga telah digunakan sebagai metode untuk memerangkap berbagai macam kupu-kupu karena kandungan senyawa alkohol hasil fermentasi buah bahkan seringkali ditambah juga dengan gula (Purwanto *et al*., 2015).

Dari hasil analisis jumlah tangkapan kumbang

C. atlas pada perangkap buah nanas yang diganti setiap 7 hari sekali selama 6 bulan, rerata jumlah tangkapan kumbang per perangkap buah terlihat pada Gambar 5. Jumlah tangkapan kumbang *C. atlas* meningkat tajam pada hari kedua setelah pemasangan dan kemudian cenderung menurun hingga hari ketujuh. Hal ini berkaitan dengan tingkat kesegaran dari buah. Pada hari ketujuh, potongan buah nanas tersebut telah mengering.



Gambar 5. Rerata jumlah tangkapan kumbang Chalcosoma atlas per perangkap buah dalam setiap periode pemasangan nanas selama 7 hari

Penurunan intensitas serangan *Chalcosoma atlas*

Pemerangkapan kumbang cukup efektif dalam memutus siklus hidup hama *C. atlas*. Hal ini terlihat dengan adanya penurunan intensitas serangan hama dari 23,08% hingga menjadi 10,14% dalam waktu 6 bulan. Penurunan intensitas serangan kemungkinan akan lebih besar lagi jika dilakukan penambahan jumlah perangkap buah dan periode pemasangan perangkap buah dilanjutkan sampai populasi hama di bawah ambang ekonomi. Bila dihitung matematis dengan jumlah perangkap nanas sebanyak 357 buah dalam luasan 2.963,89 ha maka 1 perangkap diperkirakan untuk lahan seluas 8,53 ha. Jumlah ini masih lebih sedikit dibandingkan dengan penggunaan perangkap feromon untuk mengendalikan hama O. *rhinoceros* di lapangan yakni 1 ferotrap/ 2 ha (Susanto *et al*., 2012). Selain itu, beberapa lokasi juga dijumpai adanya serangan hama *O. rhinoceros* sehingga diperlukan aplikasi kombinasi antara penggunaan buah nanas dan feromon *ethyl 4 methyl octanoate* untuk mengendalikan hama *C. atlas* dan *O. rhinoceros* sekaligus.

Oleh karena itu, jumlah perangkap dapat diperbanyak misalnya 1 ferotrap/2ha dengan pemasangan sistematis di pinggiran blok. Pengamatan dan pengambilan kumbang yang tertangkap sekaligus penggantian umpan nanas dilakukan setiap minggu sekali. Pemerangkapan dapat dihentikan jika populasi kumbang telah sedikit dalam perangkap dengan intensitas serangan pada tanaman kelapa sawit di bawah 5%.

KESIMPULAN

Perangkap buah nanas cukup efektif dalam menarik kumbang *C. atlas* jantan dan betina. Aplikasi sejumlah 238-375 perangkap pada luasan 2.963,89 ha selama 6 bulan mampu menangkap kumbang *C. atlas* sejumlah 650.691 kumbang dengan rerata jumlah tangkapan 1,79 – 39,96 kumbang/perangkap/hari. Jumlah tangkapan kumbang *C. atlas* cenderung menurun dan berkorelasi dengan penurunan intensitas serangan hama yakni dari 23,08% menjadi 10,14% dalam waktu 6 bulan. Pemerangkapan massal ini perlu dilanjutkan dengan penambahan jumlah perangkap buah nanas hingga 1 perangkap/ 2 ha.

DAFTAR PUSTAKA

Bedford, G.O. 1980. Biology, ecology, and control of palm rhinoceros beetles. *Annual Review of Entomology* 25:309-339.

Bouchard, P., Y. Bousquet, C. Carlton, M.L. Chamrro, H.E. Escalona, A.V. Evans, A. Konstantinov, R.A.B. Leschen, S.L. Tirant, and S.W. Lingafelter. 2014. *The Book of Beetles*. Chicago, USA: The University of Chicago Press, 656 pp. https://doi.org/10.7208/chicago/9780226082899.001.0001.

Chandra, K. and D. Gupta. 2013. Studies on rhinoceros beetles (Coleoptera—Scarabaeidae—Dynastinae) from Madhya Pradesh, Central India. *Colemania* 34: 1-9.

Chung, A.Y.C. 1995. Insect pests of rattans in Sabah. *The Planters*, *Kuala Lumpur* 71: 55-66.

[Ditjenbun] Direktorat Jendral Perkebunan. 2019. Statistik Perkebunan Indonesia 2017-2019 Kelapa Sawit. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan, Kementrian Pertanian RI, 81 p.

Dransfield, D and N. Manokaran. 1993. Plant Resources of South-East Asia, No 6: Rattans. Wageningen: Pudoc Scientific Publishers, 138 p.

Harianto, B. 2009. Kajian macam spesies uret dan musuh alaminya pada tanaman stroberi di Desa Kalisoro, Tawangmangu, Karanganyar. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Ichiishi, W., S. Shimada, T. Motobayashi, and H. Abe. 2019. Completely engaged three-dimensional mandibular gear-like structures in the adult horned beetles: reconsideration of bark-carving behaviors (Coleoptera, Scarabaeidae, Dynastinae). ZooKeys 813: 89–110. doi: 10.3897/zookeys.813.29236

Irfandi. 2005. Karakterisasi morfologi lima populasi nanas (Ananas comosus (L.) Merr.). *Skripsi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Jahn, O. 2019. Ornamentals and Turf Entomology Insect Morphology. https:///private/Network/Servers/fs.umnh.utah.edu/Homes/pmaxfield/Desktop/Insect%20Morphology.webarchive. Diakses 20 April 2019.

Kalshoven, L.G.E. 1981. *Pests of Crops in Indonesia*. (Revised & Translated by P. A. Van Der Laan). Jakarta: P.T. Ichtiar Baru – Van Hoove, 701 pp.

Kaltenbach, C.M. 2018. Insecture: Interdisciplinary Engagements in an Emergent Entomological Design Practice. School of Architecture and Urban Design College of Design and Social Context RMIT University, 136 p.

Kawano, K. 2002. Character displacement in giant rhinoceros beetles. *The American Naturalist* 159 (3): 255-271.

Kohiyama, K. 2014. *Rhinoceros Beetles*: *Micro Presence* 4. Japan: Shuppan-Geijutsu-sha Co., Inc.,144 pp.

Marshall, G.A.K. 1916. *Review of Applied Entomology*. Series A: Agricultural Vol IV. London: Imperial Bureau of Entomology, 672 p.

Mason, T. and A.M. Cobaugh. 2013. Husbandry and Care of Terrestrial Invertebrates. In: M.D. Irwin, J.B. Stoner, and A.M. Cobaugh. Zookeeping: An Introduction to the Science and Technology. UK: The University of Chicago Press.

McCullough, E.L., K.J. Ledger, D.M. O'Brien, and D.J. Emlen. 2015. Variation in the allometry of exaggerated rhinoceros beetle horns. *Animal Behaviour* 109: 133-140.

Oberbillig, D.R. 2009. Heavily horned: why are beetles the weapony champ? *Research View, Innovation & Scholarship of The University of Montana* 11 (2): 1-2.

Prahasta, A. 2009. *Agribisnis Nanas*. Bandung: Pustaka Grafika, 74 p.

Purwanto, A., F.A. Harsanto, N.C. Marchant, P.R. Houlihan, K. Ross, C. Tremlett and M.E. Harrison. 2015. Good Practice Guidelines: Butterfly Canopy Trapping. Palangkaraya: Orangutan Tropical Peatland Project, 28 p.

Rowland, J.M. and K.B. Miller . 2012. Phylogeny and systematics of the giant rhinoceros beetles (Scarabaeidae: Dynastini). *Insecta Mundi* 0263: 1-15.

Susanto A., A.E. Prasetyo, H. Priwiratama, T.A.P. Rozziansha, D. Simanjuntak, Sudharto, R.D. de Chenon, A. Sipayung, R.Y. Purba. 2015. Kunci Sukses Pengendalian Hama dan Penyakit Kelapa Sawit. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Susanto A., A.E. Prasetyo, Sudharto, H. Priwiratama, T.A.P. Rozziansha. 2012. Pengendalian Terpadu *Oryctes rhinoceros* di Perkebunan Kelapa Sawit. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Winotai, A. 2014. Integrated pest management of important insect pests of coconut. Cord 30 (1): 18-36.

Yualianty, S. 2017. Keanekaragaman dan kelimpahan Coleoptera di Pantai Sidangkerta Cipatujah, Kabupater Tasikmalaya. *Skripsi*. Bandung: Universitas Pasundan.

ANTISIPASI LEDAKAN ULAT API *Parasa lepida* DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT SUMATERA UTARA

Hari Priwiratama, Mahardika Gama Pradana, Agus Eko Prasetyo, dan Agus Susanto

ABSTRAK

Ulat api *Parasa lepida* merupakan hama yang bersifat polifag dengan kisaran inang yang luas, dari komoditas hortikultura hingga perkebunan. Beberapa tahun terakhir, telah terjadi peningkatan frekwensi serangan ulat api *P. lepida* di beberapa perkebunan kelapa sawit di wilayah Sumatera Utara dengan intensitas serangan ringan hingga sedang. Apabila tidak dikendalikan, *P. lepida* berpotensi menjadi hama utama kelapa sawit di masa-masa mendatang. Salah satu kunci sukses pengendalian *P. lepida* di lapangan adalah penerapan monitoring hama secara konsisten. Kegiatan monitoring selanjutnya diikuti oleh tindakan pengendalian yang diprioritaskan berdasarkan padat populasi kritis *P. lepida* di lapangan. Makalah ini berisi informasi mengenai arti penting, biologi, serta kiat-kiat pengendalian populasi *P. lepida* di lapangan. Informasi ini diharapkan dapat menjadi pedoman bagi pekebun untuk mencegah ledakan populasi *P. lepida* di lapangan.

Kata kunci: ulat api*, Parasa lepida,* monitoring

PENDAHULUAN

Serangan hama merupakan salah satu faktor pembatas dalam usaha budidaya tanaman kelapa sawit. Meskipun jarang mengakibatkan kematian pada tanaman, kerusakan akibat serangan hama dapat berdampak terhadap produktivitas tanaman kelapa sawit, baik secara langsung maupun tidak langsung (Wood *et al*., 1973). Kehilangan hasil secara langsung terjadi sebagai akibat dari kematian tanaman atau kerusakan pada bunga kelapa sawit. Beberapa hama yang dapat menyebabkan kematian pada tanaman menghasilkan kelapa sawit diantaranya adalah penggerek batang *Sparganobasis subcruciata*, *Rhynchophorus vulneratus*, dan *R. bilineatus* serta kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* (Dewhurst & Pilotti, 2012; Susanto *et al*., 2012; Prasetyo *et al*., 2018). Sementara itu, hama penggerek lainnya seperti *Tirathaba rufivena* menyerang tandan bunga dan buah kelapa sawit sehingga dapat menyebabkan kerusakan langsung pada tandan buah yang berdampak pada berkurangnya produksi atau menurunkan mutu buah yang dipanen (Prasetyo *et al*., 2018; Priwiratama *et al*., 2018).

Sebaliknya, kehilangan hasil secara tidak langsung umumnya terjadi sebagai dampak lanjutan dari kerusakan atau defoliasi yang terjadi pada tajuk tanaman (Corley & Tinker, 2015). Dampak dari kerusakan tajuk terhadap produksi tandan buah kelapa sawit umumnya terjadi pada satu hingga dua tahun pasca defoliasi. Hasil-hasil penelitian terdahulu telah memperlihatkan bahwa kerusakan tajuk hingga 50% dapat berakibat penurunan produksi kelapa sawit hingga 40% pada tahun kedua setelah defoliasi. (Wood *et al*., 1973; Basri *et al*., 1995; Syed & Saleh, 1998; Kamarudin & Wahid, 2010; Potineni & Saravanan, 2013). Berkurangnya produksi pada tahun pertama setelah defoliasi umumnya terjadi akibat aborsi bunga dan pada tahun kedua akibat produksi bunga jantan yang lebih banyak (Corley & Tinker, 2015; Woittiez *et al*., 2017). Aborsi bunga dan produksi bunga jantan terjadi sebagai respon tanaman terhadap terganggunya asupan asimilat yang bersumber dari proses fotosintesis pada saat proses pembentukan bakal bunga dan penentuan jenis kelamin bunga terjadi.

Di lapangan, serangan pada tajuk tanaman kelapa sawit lebih banyak dan lebih umum terjadi dibandingkan pada batang. Hal ini didukung oleh jenis hama perusak daun yang lebih beragam dengan distribusi yang lebih merata dari wilayah barat hingga

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

Hari Priwiratama (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
*Email: hari.priwiratama@gmail.com

timur Indonesia (Susanto et al., 2010; Corley & Tinker, 2015). Beberapa kelompok hama perusak daun kelapa sawit diantaranya adalah kumbang malam, belalang, dan ulat pemakan daun kelapa sawit (UPDKS) (Susanto *et al*., 2015). Dari ketiga kelompok tersebut, UPDKS memiliki keragaman spesies yang lebih tinggi. Ledakan populasi UPDKS juga lebih sering terjadi dibandingkan hama-hama kelapa sawit lainnya. Jenis UPDKS utama yang banyak menyerang kelapa sawit di Indonesia diantaranya adalah *Setothosea asigna, Setora nitens, Darna trima* (ulat api), *Metisa plana, Pteroma pendula, Mahasena corbetti, Clania tertia* (ulat kantung), *Orygia leucostigma, Calliteara horsfieldii*, dan *Pseudoresia desmierdechenoni* (ulat bulu) (Susanto *et al*., 2012).

Selain spesies-spesies di atas, masih banyak jenis UPDKS lain yang menjadi hama kelapa sawit di Indonesia (Susanto *et al*., 2012). Salah satu UPDKS tersebut adalah ulat api *Parasa lepida*. UPDKS ini masih tergolong dalam hama minor di perkebunan kelapa sawit karena jarang sekali dilaporkan terjadi ledakan populasinya di lapangan. Selain itu, tingkat kerusakan yang disebabkan *P. lepida* dinilai masih lebih rendah dibandingkan ulat api yang lebih populer seperti *S. asigna* dan *S. nitens*. Meskipun demikian, serangan *P. lepida* saat ini mulai banyak dijumpai di beberapa perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara. Dari pengamatan penulis, serangan ulat api *P. lepida* sepanjang tahun 2018 terdapat di Kabupaten Asahan, Batubara, dan Simalungun dengan luas serangan yang bervariasi. Meskipun belum menyebabkan kerusakan yang signifikan, kewaspadaan terhadap meluasnya serangan *P. lepida* perlu lebih ditingkatkan untuk mengantisipasi terjadinya ledakan ulat ini di lapangan. Makalah ini disusun untuk memberikan informasi terhadap spesies ulat api ini, mencakup aspek biologi hingga pengelolaannya di lapangan.

Parasa lepida SEBAGAI HAMA PENTING PADA BERBAGAI KOMODITAS TANAMAN

Ulat api *P. lepida* merupakan hama yang bersifat polifag dengan kisaran inang yang sangat luas. Selain pada tanaman palma (Howard *et al*., 2001), *P. lepida* juga dilaporkan menjadi hama penting pada berbagai komoditas tanaman perkebunan seperti kelapa, kelapa sawit, kopi, kakao, teh, lada, dan pisang (Lever, 1969; Kalshoven, 1981; Desmier De Chenon, 1982; Waller *et al*., 2007; Hill, 2008). Selain itu, *P. lepida* juga menjadi hama pada tanaman buah-buahan seperti mangga, rambutan, dan dewandaru (Ooi *et al*., 2002; Chaudhary *et al*., 2018). Keberadaan *P. lepida* sebagai hama juga dilaporkan pada beberapa tanaman hutan dan tanaman hias (Meshram & Garg, 2000; Yamazaki *et al*., 2007; Shamila & Semwal, 2014; Yamazaki *et al*., 2014). Dari seluruh tanaman inang tersebut, *P. lepida* memiliki preferensi makan yang lebih tinggi pada tanaman-tanaman palma, terutama kelapa. Serangan *P. lepida* pada tanaman kelapa dapat menyebabkan defoliasi atau kerusakan yang sangat berat pada tajuk tanaman.

Pesatnya perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia juga turut berdampak pada peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit. Tidak sedikit diantaranya merupakan hasil konversi dari komoditas lain seperti kelapa yang merupakan inang utama *P. lepida* di Indonesia. Dalam jangka panjang, peralihan komoditas ini dapat menyebabkan perubahan preferensi makan dari hama pada tanaman sebelumnya. Salah satu contohnya adalah ulat kantung *Clania tertia* yang saat ini menjadi hama penting di perkebunan kelapa sawit (Rozziansha *et al*., 2012). Ulat kantung *C. tertia* yang awalnya merupakan hama pada tanaman akasia dan kakao beralih menyerang tanaman kelapa sawit karena peralihan lahan dari areal hutan tanaman industri menjadi perkebunan kelapa sawit. Hal yang sama juga terjadi pada ulat kantung *Mahasena corbetti* di wilayah Kalimantan Selatan (Rozziansha *et al*., 2012). Peralihan preferensi makan inilah yang dikhawatirkan terjadi pada ulat api *P. lepida*, khususnya pada sentra-sentra produksi kelapa sawit di Indonesia.

Hingga kini, ulat api *P. lepida* tersebar luas di Kawasan Asia Tenggara, Asia Selatan, China bagian selatan, Jepang dan India (Desmier De Chenon, 1982; Yamazaki *et al*., 2014; Chaudhary *et al*., 2018). Di Indonesia, ulat api *P. lepida* tersebar di sentra-sentra perkebunan kelapa khususnya di Sumatera dan Jawa. Akan tetapi kejadian serangan *P. lepida* di perkebunan kelapa sawit masih belum banyak dilaporkan. Ulat api *P. lepida* pernah dilaporkan menyerang perkebunan kelapa sawit di Sumatera Selatan dan perkebunan rakyat di Jawa Timur namun tidak sampai menyebabkan kerusakan yang signifikan (Desmier De Chenon, 1982; Rindarkoko, 2012).

Di Sumatera Utara, dalam kurun waktu lima tahun terakhir, penulis mendapati serangan *P. lepida* terjadi di beberapa perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Asahan, Batubara, Labuhan Batu Utara, Labuhan Batu Selatan, dan Simalungun dengan intensitas serangan yang bervariasi (Tabel 1). Umumnya serangan *P. lepida* terjadi bersamaan dengan serangan ulat api lainnya seperti *Setothosea asigna* dan *Setora nitens*. Pada kejadian seperti ini, seringkali petugas hama di perkebunan setempat hanya melaporkan serangan *S. asigna* atau *S. nitens* saja. Hal inilah yang menjadi salah satu penyebab masih sedikitnya laporan mengenai serangan *P. lepida* di perkebunan kelapa sawit. Dari hasil kunjungan penulis di beberapa perkebunan, telah terjadi peningkatan serangan *P. lepida* di wilayah Sumatera Utara (Tabel 1). Untuk itu, para pekebun harus mulai meningkatkan kewaspadaan terhadap *P. lepida* agar tidak terjadi ledakan populasinya di lapangan. Hal ini dapat dimulai dengan memberikan sosialisasi pada petugas sensus hama mengenai keberadaan dan identifikasi *P. lepida* di lapangan.

Tabel 1. Serangan *P. lepida* di beberapa perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara

Kabupaten	Hama pendamping	Intensitas serangan	Waktu serangan
Asahan	*S. asigna*	Ringan – sedang	2014, 2018, 2019
Batubara	*S. asigna*	Ringan	2014
Labuhan Batu Utara	*S. asigna*	Ringan	2013
Labuhan Batu Selatan	*S. asigna*	Ringan	2018
Simalungun	*S. asigna, S. nitens, M. plana*	Ringan – berat	2014, 2017, 2018, 2019

BIOLOGI ULAT API *P. lepida*

Larva *P. lepida* terdiri dari 7-8 instar dengan rerata masa hidup 40 hari (32-46), atau lebih pendek pada kondisi pakan yang sedikit. Larva yang baru menetas berwarna kekuningan dengan ukuran antara 4-5 mm dan umumnya hidup mengelompok, makan dan berpindah dari satu anak daun ke anak daun lainnya. Memasuki instar ketiga, larva *P. lepida* berwarna hijau kekuningan dengan ciri khas berupa pita atau garis berwarna kebiruan yang memanjang di bagian punggungnya serta pita berwarna kehijauan yang memanjang pada bagian sisinya (Gambar 1). Pada instar akhir, larva *P. lepida* memiliki panjang tubuh antara 20-25 mm. Sebagaimana ulat api lainnya, *P. lepida* juga dilengkapi dengan duri-duri sengat yang mengelompok di sepanjang tubuhnya. Duri-duri tersebut berukuran relatif sama, berwarna hijau pucat dengan bagian ujung yang gelap dan terdapat kumpulan duri yang berwarna kemerahan di dekat bagian kepala dan bagian ekor.

Pupa *P. lepida* berbentuk oval, berukuran 12.7 mm (12.2 – 13.5 mm) dan berwarna coklat gelap. Umumnya pupa diselimuti jaring-jaring halus, terutama pada bagian sisinya, yang berfungsi untuk melekatkan pupa pada permukaan daun atau pelepah. Pupa dapat terbentuk di bawah permukaan anak daun dan pelepah, di pangkal pelepah atau tangkai buah. Masa inkubasi pupa berkisar antara 21-24 hari atau lebih panjang pada musim kering.

Ngengat *P. lepida* aktif pada malam hari dan umumnya keluar menjelang senja. Ukuran ngengat betina lebih besar dibandingkan ngengat jantan dengan rentang sayap berturut-turut 40 mm (30-45 mm) dan 30 mm (24-30 mm). Tubuh ngengat didominasi oleh warna kecoklatan dengan kombinasi pola berwarna hijau di bagian thorax dan sepasang sayap depan (Gambar 2). Ngengat *P. lepida*

meletakkan telur secara berkelompok antara 15-40 butir pada sisi bawah pelepah atau daun kelapa sawit. Seekor ngengat *P. lepida* mampu meletakkan telur hingga 350-660 butir selama 3-5 hari dengan masa inkubasi telur antara 5-7 hari. Secara keseluruhan, waktu yang dibutuhkan ulat api *P. lepida* untuk melengkapi siklus hidupnya adalah 68 hari (58-77 hari).

Gambar 1. Larva *P. lepida* instar tiga (kiri) dan instar akhir (kanan)

Gambar 2. Ngengat *P. lepida* dengan ciri khusus corak berwarna hijau pada bagian thoraks hingga sayap depan.

POTENSI KERUSAKAN AKIBAT SERANGAN *P. lepida*

Gejala kerusakan akibat aktivitas makan larva *P. lepida* sama dengan gejala serangan ulat api pada umumnya. Serangan *P. lepida* menyebabkan kerusakan pada jaringan anak daun hingga terlihat gejala melidi (Gambar 3). Apabila tidak dikendalikan dengan cepat dan tepat, serangan *P. lepida* berpotensi menyebabkan defoliasi berat pada tajuk tanaman yang dapat berdampak secara tidak

langsung terhadap penurunan produksi kelapa sawit. Kerusakan berat pada tajuk tanaman diketahui dapat menyebabkan penurunan produksi hingga 40% pada kurun dua tahun pasca defoliasi (Wood *et al*., 1973; Potineni & Saravanan, 2013; Chung, 2015). Penurunan produksi tersebut terjadi sebagai dampak terganggunya produksi asimilat melalui proses fotosintesis yang sangat diperlukan untuk determinasi kelamin bunga, perkembangan bunga dan buah (Ajambang *et al*., 2015; Harahap *et al*., 2017; Woittiez *et al*., 2017). Diantara dampak negatif dari terganggunya asupan asimilat tersebut adalah kecenderungan tanaman untuk membentuk bunga jantan hingga terjadinya aborsi bunga dan buah.

Gambar 3. Serangan ulat *P. lepida* menyebabkan kerusakan pada helai daun hingga melidi.

KUNCI SUKSES PENGENDALIAN SERANGAN *P. lepida*

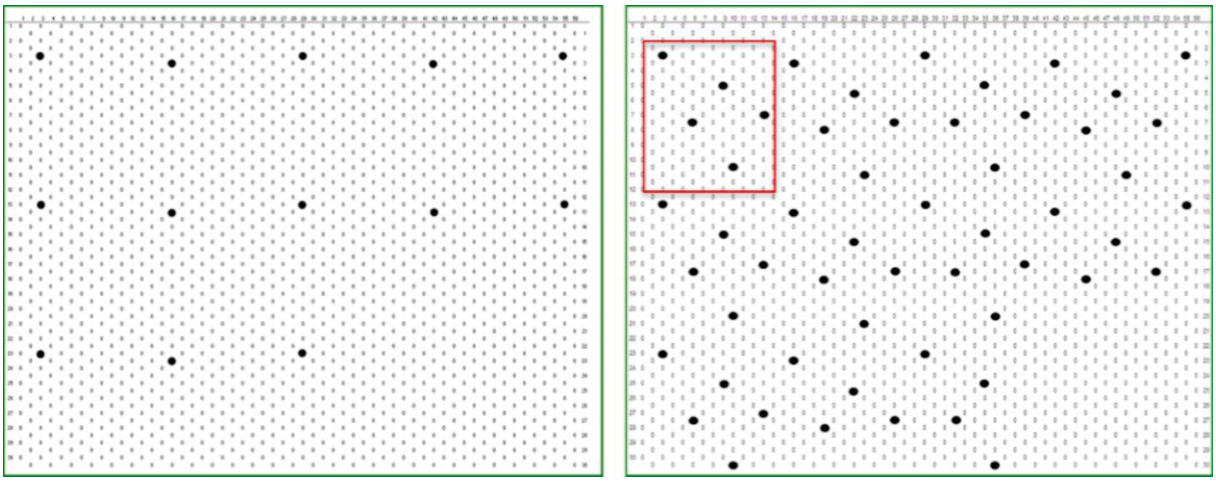
Monitoring Hama

Strategi pengelolaan ulat api *P. lepida*, dan UPDKS pada umumnya, dilakukan dengan penerapan konsep pengendalian hama terpadu (PHT). Salah satu kunci sukses PHT ulat api di perkebunan kelapa sawit adalah penerapan monitoring hama yang konsisten dan berkelanjutan. Faktanya, mayoritas ledakan UPDKS di lapangan terjadi akibat kelalaian dalam pelaksanaan kegiatan monitoring hama di lapangan. Rendahnya kualitas monitoring di lapangan seringkali disebabkan oleh kurangnya kompetensi tenaga pengamat hama. Oleh karena itu, di dalam suatu perkebunan hendaknya memiliki tim terlatih yang secara khusus dipersiapkan untuk melakukan kegiatan monitoring di lapangan.

Kegiatan monitoring hama di perkebunan kelapa sawit pada umumnya terbagi menjadi dua tahap, yaitu deteksi dan sensus. Tahap deteksi mencakup kegiatan supervisi atau pengamatan terhadap gejala kerusakan pada daun, penampakan larva *P. lepida*, atau tanda-tanda keberadaan lainnya seperti kotoran, rasa panas atau gatal pada kulit. Kegiatan ini terkadang bersifat insidensial dan bertujuan untuk memberikan informasi dini terkait adanya serangan hama di suatu blok penanaman. Deteksi dapat dilakukan oleh seluruh pekerja lapangan, terutama pemanen, karena hanya didasarkan pada gejala kerusakan atau tanda keberadaan hama.

Sebaliknya, tahap sensus memerlukan tenaga terlatih yang memiliki pengetahuan sekurang-kurangnya mengenai jenis dan biologi hama UPDKS. Kegiatan sensus hama umumnya dibagi menjadi dua, yaitu sensus global dan sensus efektif. Sensus global dilakukan secara rutin setiap

bulan dengan cara mengamati keberadaan *P. lepida* yang terdapat pada pohon sampel, sekurang-kurangnya 1 pohon/ha, yang ditentukan secara acak sistematis (Gambar 4). Apabila pada pohon sampel tersebut dijumpai serangan *P. lepid*a maka kegiatan sensus dilanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu sensus efektif. Di beberapa perkebunan, sensus global juga identik dengan kegiatan deteksi (paragraf sebelumnya) sehingga sensus efektif langsung dilakukan jika terlihat tanda-tanda serangan hama.



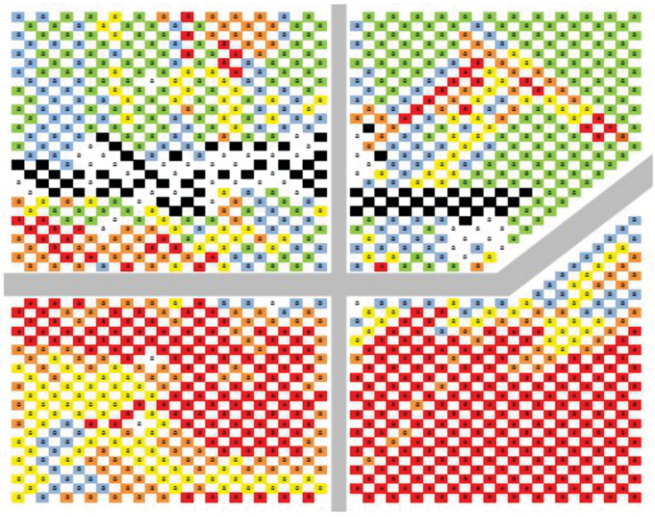
Gambar 4. Contoh pohon sampel yang telah ditentukan untuk kegiatan sensus hama di salah satu perkebunan kelapa sawit. Kiri: Penetapan pohon sampel secara sistematis untuk sensus global (1 pohon/ha). Kanan: Pada sensus efektif, jumlah pohon sampel ditingkatkan menjadi 5 pohon/ha yang ditentukan secara acak dan sistematis.

Sensus efektif dilakukan dengan cara mengamati fase perkembangan (stadia) dan menghitung populasi *P. lepida* pada 5 pohon sampel/ha (Gambar 4). Pada setiap pohon sampel, diambil satu pelepah dengan serangan terberat untuk penghitungan populasi *P. lepida*. Pengamatan efektif sebaiknya dilakukan setiap minggu untuk memperoleh gambaran populasi *P. lepida* di lapangan secara lebih akurat. Untuk mengurangi jumlah pelepah yang dipangkas, sebaiknya pengambilan sampel pelepah tidak dilakukan pada pohon yang sama, tetapi dapat bergantian dengan pohon di sekitarnya yang terserangan ulat *P. lepida*. Pada tanaman muda dengan pelepah yang masih terjangkau tangan, pengamatan ulat sebaiknya dilakukan tanpa menurunkan atau memotong pelepah tanaman (Gambar 5).

Dari kegiatan sensus, akan diperoleh informasi mengenai stadia dan populasi *P. lepida* per pelepah serta sebaran *P. lepida* di lapangan. Padat populasi kritis untuk ulat *P. lepida* adalah sejumlah 10-20 ekor per pelepah, tergantung fase pertumbuhan kelapa sawit yang diserang. Bila populasi ulat *P. lepida* telah mencapai angka tersebut, maka tindakan pengendalian secara reaktif harus dilakukan untuk menurunkan populasi ulat dengan cepat. Selain memperoleh data populasi, hasil sensus sebaiknya juga diterjemahkan dalam bentuk peta serangan untuk mengetahui sebaran *P. lepida* di lapangan serta luas area dengan tingkat kerusakan berat atau dengan populasi ulat di atas ambang kendali (Gambar 6). Informasi pada peta serangan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menyusun strategi pengendalian di lapangan. Disamping itu, tindakan pengendalian juga dapat lebih terarah dengan memprioritaskan pada area dengan tingkat kerusakan atau serangan tinggi, terutama pada kondisi keterbatasan dana pengendalian.

Upaya Pengendalian di Bawah Ambang Ekonomi secara Ramah Lingkungan

Gambar 5. Pada tanaman muda dengan pelepah yang masih terjangkau, penghitungan populasi dilakukan tanpa menurunkan atau memotong pelepah.



Gambar 6. Ilustrasi peta serangan yang dibuat berdasarkan hasil sensus ulat kantung *P. lepida* di lapangan pada salah satu perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Serdang Bedagai. Kerusakan dengan intensitas berat diilustrasikan dengan warna coklat-merah. Melalui peta serangan, kegiatan pengendalian hama diprioritaskan atau dimulai dari bagian blok dengan serangan terberat.

Saat populasi *P. lepida* berada di bawah ambang ekonomi, tindakan pengendalian sebaiknya dilakukan secara biologi. Upaya pertama yang dapat dilakukan yaitu dengan mengoptimalkan peran musuh alami terutama serangga predator seperti *Sycanus dichotomus, Cosmolestes picticeps*, dan *Eocanthecona furcellata*, dan parasitoid seperti *Apanteles* sp., *Brachymeria lassus*, dan *Chaetexorista javana* (Gambar 7). Konservasi musuh alami di lapangan dilakukan dengan cara memodifikasi atau menciptakan kondisi lingkungan yang mendukung untuk aktivitas dan perkembangan musuh alami.

Hal ini dapat dilakukan dengan cara menanam atau memelihara gulma bermanfaat di lapangan seperti *Turnera subulata*, *T. ulmifolia* (bunga pukul delapan), *Antigonon leptopus* (air mata pengantin), *Euphorbia heterophylla*, *Cassia cobanensis*, dan sebagainya (Gambar 8). Selain itu, upaya konservasi juga diwujudkan dengan cara menghindari pengendalian gulma secara *blanket* (menyeluruh) dan mengurangi penggunaan insektisida berspektrum luas.

Sementara itu, pengendalian *P. lepida* menggunakan insektisida hayati seperti jamur entomopatogen, virus dan bakteri belum banyak dilaporkan. Jamur entomopatogen yang dilaporkan berasosiasi dengan *P. lepida* diantaranya adalah *Beauveria bassiana* dan *Cordyceps coccinae* (Kalshoven, 1981; Desmier De Chenon, 1982) namun tidak pernah dilaporkan aplikasinya dalam skala komersil. Selain jamur entomopatogen, isolasi dan penggunaan *Baculovirus* untuk pengendalian *P. lepida* pada tanaman kelapa pernah dilakukan pada skala laboratorium tetapi juga tidak banyak dimanfaatkan untuk pengendaliannya di lapangan (Ginting & Desmier De Chenon, 1987). Agen antagonis yang masih cukup menjanjikan untuk pengendalian ulat *P. lepida* adalah *Bacillus thuringiensis* (Hazarika et al., 2005). Meskipun demikian, pemanfaatannya belum pernah dilaporkan di perkebunan kelapa sawit.

Tindakan pengendalian lainnya yang dapat diupayakan adalah secara mekanis dengan pengutipan semua stadia *P. lepida* di lapangan seperti telur, ulat, pupa hingga ngengat. Pengendalian secara mekanis umumnya dilakukan pada saat tanaman masih muda atau selama pelepah masih dapat dijangkau dengan tangan. Sementara itu, pemerangkapan ngengat dapat diupayakan dengan pemasangan *light trap* yang dapat dimulai sejak terbenamnya matahari.

Gambar 7. Larva *P. lepida* yang terparasit oleh *Apanteles* sp.

Gambar 8. Tumbuhan bermanfaat untuk konservasi musuh alami di lapangan. Berturut-turut dari kiri: *T. subulata, T. ulmifolia, A. leptopus, E. heterophylla.*

Pengendalian di Atas Ambang Ekonomi Secara Kimiawi

Ketika populasi *P. lepida* berada di atas ambang ekonomi, maka diperlukan tindakan pengendalian yang dapat menurunkan populasinya dengan cepat. Hal ini umumnya dapat dicapai melalui penggunaan insektisida kimiawi. Diantara bahan aktif yang dapat digunakan untuk mengendalikan larva *P. lepida* adalah sipermetrin, deltametrin, lamda sihalotrin dan golongan piretroid lainnya, emamektin benzoat dan klotianidin (Desmier De Chenon, 1982; Susanto *et al*., 2015; Huang *et al*., 2016). Meski efektif untuk menekan populasi *P. lepida* dalam waktu yang cepat, pengaplikasian insektisida tersebut harus dilakukan dengan bijak untuk mengurangi dampak negatif terhadap serangga bermanfaat, seperti musuh alami dan serangga penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus*. Penggunaan insektisida berlabel hijau yang relatif aman terhadap serangga bermanfaat dapat menjadi pilihan yang lebih baik untuk mengendalikan *P. lepida*. Saat ini, terdapat dua bahan aktif insektisida berlabel hijau yang dapat digunakan untuk pengendalian ulat api *P. lepida*, yaitu flubendiamida dan klorantaniliprol (Chaudhary *et al*., 2018). Penggunaan kedua bahan aktif tersebut juga telah terbukti aman terhadap serangga penyerbuk kelapa sawit sehingga penggunaannya sangat direkomendasikan (Prasetyo *et al*., 2015; Yusdayati & Hamid, 2015; Prasetyo *et al*., 2018; Priwiratama *et al*., 2018).

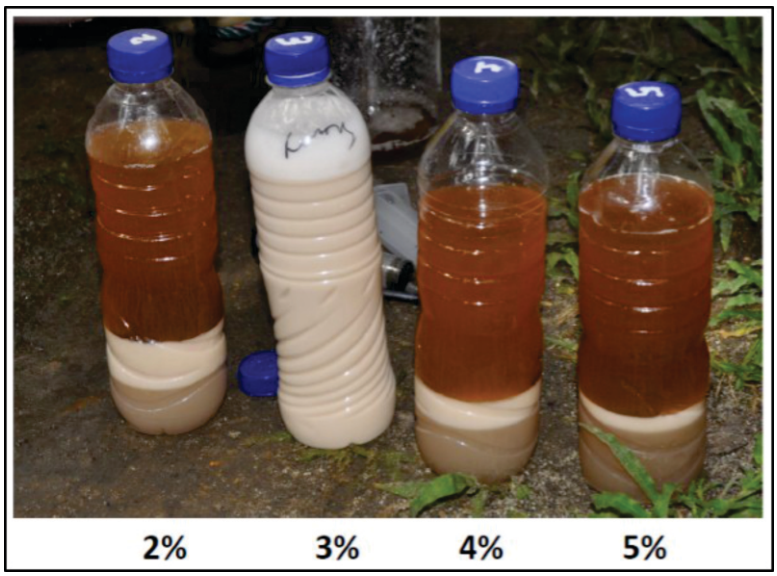
Aplikasi insektisida sintetik untuk pengendalian ulat *P. lepida* dapat dilakukan melalui penyemprotan atau pengasapan. Pengendalian dengan cara penyemprotan umumnya dilakukan pada tanaman muda menggunakan alat semprot *mist blower* dengan volume semprot antara 200-300 l/ha untuk tanaman belum menghasilkan (TBM) atau 300-400 L/ha untuk tanaman menghasilkan muda (TM 1 – TM 3). Pada tanaman yang sudah tidak terjangkau alat semprot, pengendalian dilakukan dengan cara pengasapan, injeksi batang atau infus akar. Pengasapan dilakukan mengunakan mesin *fogging* satu atau dua tangki. Satu tangki berkapasitas 5 l dapat digunakan untuk luas areal 2 ha.

Konsentrasi solar yang digunakan untuk pengasapan adalah 60% pada tanaman berumur <15 tahun atau 70% pada tanaman berumur >15 tahun dengan konsentrasi emulgator berkisar antara 2-5% (Tabel 2). Konsentrasi emulgator yang digunakan ditentukan berdasarkan hasil kalibrasi bahan campuran *fogging*. Kalibrasi bahan campuran dapat dilakukan dengan volume yang lebih kecil (500 mL) untuk mempermudah pengerjaannya. Konsentrasi emulgator yang sesuai ditandai dengan tercampurnya bahan-bahan larutan yang digunakan secara homogen, umumnya ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi putih susu (Gambar 9).

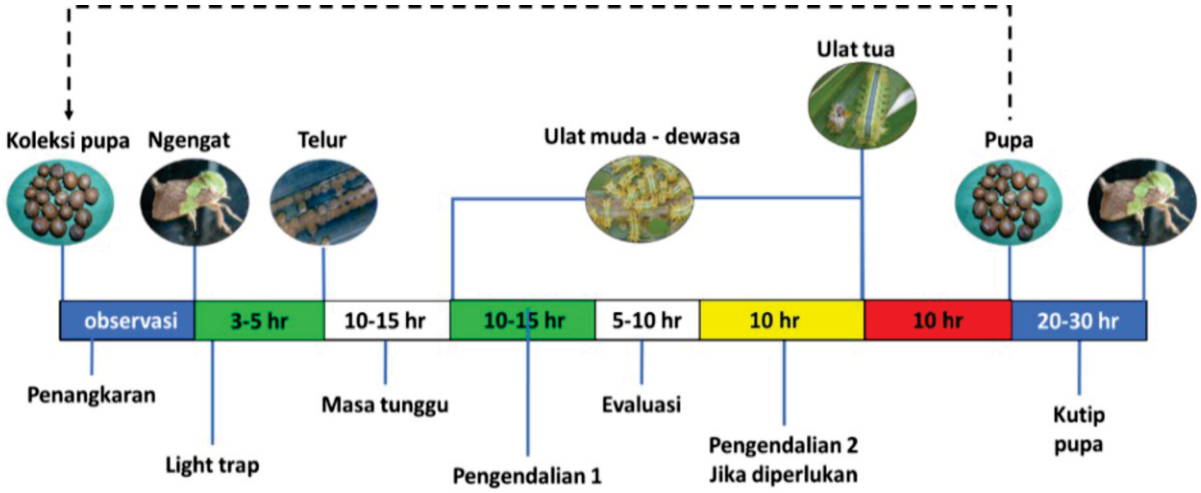
Tabel 2. Komposisi larutan *fogging* untuk pengendalian ulat pemakan daun kelapa sawit

Bahan	Jumlah bahan campuran per tangki kapasitas 5 L	
	Tanaman umur < 15 tahun	Tanaman umur ≥ 15 tahun
Solar (a)	3.000 mL (60%)	3.500 mL (70%)
Insektisida (b)	Dosis anjuran per ha x 2	Dosis anjuran per ha x 2
Emulgator (c)*	2-5%	2-5%
Air	5.000 mL – (a + b + c)	5.000 mL – (a + b + c)

Frekwensi aplikasi insektisida sangat tergantung dengan stadia ulat *P. lepida* di lapangan. Apabila stadia ulat seragam, umumnya pengendalian cukup dilakukan dengan 1-2 kali aplikasi. Namun, apabila stadia hama sudah tumpang tindih misalnya terdapat telur, ulat muda, ulat tua, hingga pupa di lapangan maka diperlukan 3-4 kali aplikasi untuk dapat mengendalikan ulat hingga di bawah ambang



Gambar 9. Ilustrasi kalibrasi larutan *fogging* pada berbagai konsentrasi emulgator. Hasil kalibrasi memperlihatkan bahwa konsentrasi emulgator yang sesuai digunakan untuk insektisida yang digunakan adalah 3%.



Gambar 10. Ilustrasi penentuan waktu pengendalian ulat api *P. lepida* menggunakan insektisida pada kondisi stadia ulat tumpang tindih.

ekonomi. Pada kasus stadia tumpang tindih, pelaksanaan monitoring stadia ulat di lapangan memegang peranan penting dalam penentuan waktu aplikasi insektisida. Gambar 10 memberikan ilustrasi penentuan waktu pengendalian ulat *P. lepida* yang dimulai dari koleksi pupa di lapangan. Pupa yang dikoleksi dapat disimpan di dalam kotak penangkaran agar lebih mudah dimonitor. Apabila ngengat sudah keluar, maka diperkirakan dalam waktu 3-5 hari sudah terjadi peletakan telur *P. lepida* di lapangan.

Selanjutnya jeda diberikan selama 10-15 hari untuk memastikan seluruh telur telah menetas dan berkembang menjadi ulat di lapangan. Periode 10-15 hari berikutnya merupakan waktu yang paling sesuai untuk melakukan tindakan pengendalian karena ulat *P. lepida* berada pada masa yang paling rentan terhadap paparan insektisida. Setelah melakukan tindakan pengendalian, evaluasi dilakukan dalam

kurun waktu 5-10 hari setelah aplikasi untuk melihat penurunan populasi hama dan stadia ulat yang masih tersisa. Dari hasil evaluasi tersebut, petugas dapat menentukan apakah diperlukan tindakan pengendalian ulang atau tidak. Jika diperlukan pengendalian ulang, maka masih terdapat waktu sekitar 10 hari dimana ulat *P. lepida* masih rentan terhadap paparan insektisida. Setelah periode tersebut, ulat *P. lepida* akan berada pada stadia akhir atau menjelang berpupa yang lebih toleran terhadap paparan insektisida sehingga tidak disarankan untuk dilakukan tindakan pengendalian. Siklus pengendalian ini dapat terus dilakukan hingga populasi ulat berada di bawah ambang ekonominya.

PENUTUP

Ulat api *P. lepida* memiliki potensi untuk bertransformasi menjadi hama utama di perkebunan kelapa sawit di wilayah Sumatera Utara. Ancaman ini setidaknya terlihat dari meningkatnya frekwensi serangan *P. lepida* di beberapa wilayah di Sumatera Utara. Kewaspadaan pekebun terhadap keberadaan hama ini harus lebih ditingkatkan untuk mencegah kemungkinan meluasnya distribusi dan serangan *P. lepida* di lapangan. Hal ini dapat dimulai dengan mensosialisasikan informasi perihal biologi dan ekologi *P. lepida* kepada petugas pengamat hama agar petugas memiliki kecakapan untuk mengenali hama ini di lapangan. Dengan demikian, keberadaan *P. lepida* dapat terdeteksi lebih dini sehingga upaya-upaya pengendalian dapat ditentukan dan dilakukan secara lebih cepat dan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

Ajambang, W., S.W. Ardie, H. Volkaert, M. Galdima dan S. Sudarsono. 2015. Huge carbohydrate assimilates delay response to complete defoliation stress in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Emirates Journal of Food and Agriculture*: 126-137.

Basri, M., K. Norman dan A. Hamdan. 1995. Natural enemies of the bagworm, *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) and their impact on host population regulation. *Crop Protection*. 14(8): 637-645.

Chaudhary, N., P. Rabari, V. Rajput dan R. Patel. 2018. Bio-efficacy of newer molecules against slug caterpillar (*Parasa lepida* L) on mango. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 6(4): 1778-1781.

Chaudhary, N., V. Rajput, R. Chauhan, P. Rabari, D. Chaudhary dan R. Patel. 2018. Infestation of slug caterpillar *Parasa lepida* (L.)(Lepidoptera: Limacodidae) on mango.

Chung, G.F. 2015. Effects of pests and diseases on oil palm yield. In: O. M. Lai, C. P. Tan, C. C. Akoh (eds). Palm Oil: Production Processing Characterization, and Uses. Amsterdam, Elsevier: 163-210.

Corley, R. dan P. Tinker. 2015. The Oil Palm, John Wiley & Sons.

Desmier De Chenon, R. 1982. *Latoia* (*Parasa*) *lepida* (Cramer), Lepidoptera : Limacodidae, ravageur du cocotier en Indonésie. *Oléagineux*. 37(4): 177-183.

Dewhurst, C.F. dan C.A. Pilotti. 2012. First record of the base-borer weevil, *Sparganobasis subcruciata* Marshall (Coleoptera: Curculionidae: Dryopthorinae), from oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Papua New Guinea and its association with decaying stem tissue *The Australian Entomologist*. 39(3): 2012.

Ginting, C.U. dan R. Desmier De Chenon. 1987. Nouvelles perspectives biologiques pour le contrôle d'un ravageur très important du cocotier en Indonésie : *Parasa lepida* Cramer, Limacodidae par l'utilisation de virus. *Oléagineux*. 42(3): 107-118.

Harahap, I.Y., S. Sumaryanto, T.C. Hidayat, W.R. Fauzi dan Y. Pangaribuan. 2017. Produksi jenis kelamin tandan bunga kelapa sawit dan responsnya terhadap perlakuan exogenous hormone tanaman pada lahan yang mengalami kekeringan. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 25(1): 31-46.

Hazarika, L.K., B. Bhattacharyya, S. Kalita dan P. Das. 2005. BT as biocide and its role in management of tea pests. *International Journal of Tea Science*. 4: 7-16.

Hill, D.S. 2008. *Pests of Crops in Warmer Climates and Their Control*. UK, Springer.

Howard, F.W., D. Moore, R.M. Giblin-Davis dan R.G. Abad. 2001. *Insects on Palms*. Wallingford, UK, CABI.

Huang, J., J. Zhang, Y. Li, J. Li dan X.-H. Shi. 2016. Evaluation of the effectiveness of insecticide trunk injections for control of Latoia lepida (Cramer) in the sweet olive tree Osmanthus fragrans. PeerJ. 4: e2480.

Kalshoven, L.G.E. 1981. *Pests of Crops in Indonesia*, Ichtiar Baru - Van Moeve.

Kamarudin, N. dan M.B. Wahid. 2010. Interactions of the bagworm, *Pteroma pendula* (Lepidoptera: Psychidae), and its natural enemies in an oil palm plantation in Perak. *Journal of Oil Palm Research.* 22(April): 758-764.

Lever, R.J.A.W. 1969. *Pests of The Coconut Palm.* Rome, Italy, FAO.

Meshram, P.B. dan V.V. Garg. 2000. A new report of *Parasa lepida* Cramer (Lepidoptera: Limacodidae) and *Trypanophora semihyalina* Kollar (Lepid.: Zygaenidae) as pests of *Gmelina arborea. Indian Forester*. 126(6): 690-691.

Ooi, P.A.C., A. Winotai dan J.E. Pefia. 2002. Pests of Minor Tropical Fruits. In: J. E. Pena, J. L. Sharp, M. Wyosoki (eds). Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies, and Control. Wallingford, UK, CABI: 315-330.

Potineni, K. dan L. Saravanan. 2013. Natural enemies of oil palm defoliators and their impact on pest population. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*. 19(2): 179-184.

Prasetyo, A., J. Lopez, J. Eldridge, D. Zommick dan A. Susanto. 2018. Long-term study of *Bacillus thuringiensis* application to control *Tirathaba rufivena*, along with the impact to *Elaeidobius kamerunicus*, insect biodiversity and oil palm productivity. *Journal of Oil Palm Research*. 30(1): 71-82.

Prasetyo, A.E., D. Sunindyo dan A. Susanto. 2015. Flubendiamida: Insektisida potensial untuk hama kelapa sawit yang aman terhadap *Elaeidobius kamerunicus* Faust. In: H. Y. Rahmadi, S. Wening, R. Nurkhoiry, V. D. Lelyana, A. E. Prasetyo, N. H. Darlan, H. A. Hasibuan, E. Suprianto, A. R. Purba (eds). *Pertemuan Teknis Kelapa Sawit*. Yogyakarta, 19-20 Mei 2015. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 471-480.

Prasetyo, A.E., A. Suparna, H. Priwiratama dan R. Desmier de Chenon. 2018. The occurrence of *Rhynchophorus bilineatus* Montrouzier attack on oil palm in Papua and its correlation to spear rot disease. *The International Oil Palm Conference 2018: Smoothing the market disequilibria*. Medan, Indonesia. IOPRI.

Priwiratama, H., T.A.P. Rozziansha dan A.E. Prasetyo. 2018. Efektivitas flubendiamida dalam pengendalian ulat api *Setothosea asigna* van Eecke, ulat kantung *Metisa plana* Walker, dan penggerek tandan *Tirathaba rufivena* Walker serta pengaruhnya terhadap aktivitas kumbang penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus* Faust. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 26(3): 129-140.

Rindarkoko, Y. 2012. Intensitas Serangan Hama Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jaqc.) pada Beberapa Umur Tanaman di Perkebunan Rakyat Desa Panggungrejo Kecamatan Panggungrejo Kabupaten Blitar. Undergraduate, Universitas Jember.

Rozziansha, T.A.P., H. Priwiratama dan A. Susanto. 2012. Existing and emerging bagworms in oil palm plantation in Indonesia. *The Fourth IOPRI-MPOB International Seminar*: *Existing and Emerging Pests and Diseases of Oil Palm Bandung,* Indonesia. Indonesian Oil Palm Research Institute.

Rozziansha, T.A.P., H. Priwiratama, T. Waluyo dan A. Susanto. 2012. Emergence of Mahasena corbetti in South Kalimantan, Indonesia. *The Fourth IOPRI-MPOB International Seminar: Existing and Emerging Pests and Diseases of Oil Palm* Bandung, 13-14 December 2012. IOPRI.

Shamila, K. dan D. Semwal. 2014. Biology of *Parasa lepida* Cramer (Lepidoptera: Limacodidae) on *Populus* from India. Indian Journal of Entomology. 76(4): 296-298.

Susanto, A., A.E. Prasetyo, S. Prawirosukarto, H. Priwiratama dan T.A.P. Rozziansha. 2012. *Pengendalian Terpadu Oryctes rhinoceros di Perkebunan Kelapa Sawit*. Medan, Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Susanto, A., A.E. Prasetyo, H. Priwiratama, T.A.P. Rozziansha, D. Simanjuntak, A. Sipayung, R.Y. Purba, Sudharto dan R.D.d. Chenon. 2015. *Kunci Sukses Pengendalian Hama dan Penyakit Kelapa Sawit*. Medan, Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Susanto, A., A.E. Prasetyo, D. Simanjuntak, T.A.P. Rozziansha, H. Priwiratama, P. Sudharto, R.D. de Chenon, A. Sipayung, A.T. Widi dan R.Y. Purba. 2012. *EWS: Ulat Api, Ulat Kantung, Ulat Bulu*. Medan, Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Susanto, A., R.Y. Purba dan A.E. Prasetyo. 2010. *Hama dan Penyakit Kelapa Sawit*. Medan, PPKS.

Syed, R.A. dan H.A. Saleh. 1998. Integrated pest management of bagworms in oil palm plantation of PT. PP. London Sumatra Indonesia TBK (With particular reference to Mahasena corbetti Tams) in North Sumatra. *The International Oil Palm Conference 1998*. Nusa Dua, Bali, 23-25 September 1998. Indonesian Oil Palm Research Institute. 386-391.

Waller, J.M., M. Bigger dan R.J. Hillocks. 2007. *Coffee Pests, Diseases, and Their Management*. Wallingford, UK, CABI.

Woittiez, L.S., M.T. van Wijk, M. Slingerland, M. van Noordwijk dan K.E. Giller. 2017. Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *European Journal of Agronomy*. 83: 57-77.

Wood, B.J., R.H.V. Corley dan K.H. Goh. 1973. Studies on the effect of pest damage on oil palm yield. In: R. L. Wastrie, D. A. Earp (eds). Advanced in Oil Palm Cultivation, The Incorporate Society of Planters: 360-279.

Yamazaki, K., T. Kitamoto, Y. Yariyama dan S. Sugiura. 2007. An analysis of spatial distribution in the exotic slug caterpillar *Parasa lepida* (Cramer) (Lepidoptera: Limacodidae) at an urban coastal site in central Japan. *The Pan Pacific Entomologist*. 83(3): 193-199.

Yamazaki, K., K.-i. Nakatani dan K. Masumoto. 2014. Slug caterpillars of *Parasa lepida* (Cramer, 1799)(Lepidoptera: Limacodidae) become stuck on rose prickles. *The Pan-Pacific Entomologist*. 90(4): 221-226.

Yusdayati, R. dan N. Hamid. 2015. Effect of several insecticide against oil palm pollinator's weevil, *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae). *Serangga*. 20(2)

MENGENAL LIPASE: ENZIM PENYEBAB KERUSAKAN PADA MINYAK SAWIT

Retno Diah Setiowati, Frisda Rimbun Panjaitan, Yurna Yenni, Dan Edy Suprianto

ABSTRAK

Lipase merupakan enzim yang mengubah lemak atau lipid menjadi bentuk yang lebih sederhana. Bagi manusia dan hewan, enzim lipase berperan dalam sistem pencernaan. Di bidang industri, lipase dimanfaatkan dalam modifikasi minyak untuk berbagai tujuan yang dapat meningkatkan nilai ekonomi minyak. Lipase juga banyak digunakan dalam industri makanan, kosmetik, produk pembersih, maupun pengolahan limbah. Namun lipase pada *crude palm oil* (CPO), bekerja memecah minyak dan menaikkan asam lemak bebas yang pada akhirnya menurunkan kualitas minyak hingga menurunkan harga jualnya. Berbagai upaya dilakukan untuk menurunkan aktifitas lipase pada CPO. Bahan tanaman kelapa sawit diharapkan dapat menghasilkan buah sawit yang secara genetik memiliki aktifitas lipase yang rendah sehingga memudahkan dalam penanganan, penyimpanan, dan pengangkutannya. Di sisi lain, upaya untuk mengisolasi lipase dari berbagai sumber alami juga terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan industri di berbagai bidang. Tulisan ini mengulas hal-hal yang berkaitan dengan enzim lipase terutama yang terkait dengan industri kelapa sawit.

Kata kunci: asam lemak bebas, enzim, CPO, pencernaan, lemak, industri

PENDAHULUAN

Lipase (*triacylglycerol acylhydrolase*) merupakan salah satu enzim yang banyak dijumpai pada mahluk hidup, baik tanaman, hewan, maupun mikroorganisme seperti jamur, *yeast*, dan bakteri. Enzim-enzim lipase adalah sekelompok enzim yang menghidrolisis ester dari gliserol dan terlibat dalam proses transesterifikasi (Pahoja and Sethar, 2002). Enzim ini mengkatalis proses hidrolisis trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Lipase tidak larut dalam air, namun menghidrolisis substrat menjadi produk lipolitik yang polar, dalam hal ini memecah lemak menjadi asam-asam lemak yang larut dalam air. Karakter lipase lainnya adalah konformasinya yang dapat berubah apabila bersentuhan dengan substrat yang tidak larut dalam air (Lasón and Ogonowski, 2010).

Lipase dapat ditemukan pada sebagian besar mahluk hidup. Pada mamalia, lipase dapat dijumpai di pankreas. Pada serangga, lipase terdapat di plasma maupun salivary glands (kelenjar liur) sebagai salah satu enzim yang terlibat dalam proses pencernaan. Pada tanaman, lipase umumnya terdapat pada tempat penyimpanan cadangan makanan. Hal ini terkait dengan fungsinya dalam menyediakan energi yang cukup untuk perkecambahan (Joshi, 2018). Dalam skala komersial umumnya lipase diisolasi dari bakteri dan jamur (Sharma *et al*., 2018, Mehta *et al*., 2017). Dalam perkembangannya, lipase juga diisolasi dari tanaman.

Pemanfaatan lipase di skala komersial biasanya untuk keperluan medis, kosmetik, (Chary dan Devi, 2018) dan industri (Patel *et al*., 2019; Singh *et al*., 2019). Pada industri pangan dan kesehatan, enzim lipase digunakan dalam pembuatan roti, keju, alkohol (Singh *et al*., 2019), memodifikasi minyak sawit menjadi lebih sehat yang kaya akan omega 3, rendah asam palmitat, dan tinggi asam oleat (Xia *et al*., 2019), penjumputan karoten (Carvalho *et al*., 2018). Selain makanan, lipase juga banyak diaplikasikan pada industri kosmetik, obat-obatan (Singh *et al*., 2019), maupun pembuatan biodiesel (Kareem *et al*., 2017, Avhad *et al*., 2019; Matinja *et al*., 2019). Dalam skala industri, biasanya lipase diisolasi dari *yeast* dan bakteri. Karena kedua organisme ini lebih mudah dimanipulasi dan dibiakkan dalam skala besar

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

Retno Diah Setiowati (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Email: retno.iopri@gmail.com

sehingga lebih ekonomis. Isolasi lipase dari tanaman dalam skala besar belum banyak dilakukan meskipun saat ini telah tersedia secara komersial lipase dan phospholipase dari tanaman. Kebutuhan akan lipase dari tanaman mulai meningkat karena lipase dari tanaman memiliki tingkat spesifitas substrat yang unik dan secara teknis lebih mudah diaplikasikan sehingga sesuai untuk digunakan dalam proses biotranformasi dan lipid bioteknologi (Mukherjee, 1994).

Di dalam sel, lipase tersimpan dalam organel yang disebut *oleosome* dan *spherosome*, terbungkus dalam membran ringan berupa lipid/protein vesikel sebagai gudang timbun minyak yang disebut *oil bodies*. Pada kelapa sawit, ukuran *oil bodies* berkaitan dengan rendemen minyak. Semakin besar ukuran oil bodies pada mesokarp buah kelapa sawit, semakin tinggi rendemennya (Ho *et al*., 2014). Organel ini terletak dalam suatu wilayah di dalam sel yang berbatasan antara zona lemak dan zona non lemak dan terdistribusi pada jaringan-jaringan tertentu tanaman. Umumnya lipase terakumulasi di kotiledon. Meskipun demikian, lipase juga bisa dijumpai di polen, anter, mesokarp, bahkan organ vegetatif seperti daun. Di kotiledon, lipase berfungsi untuk menyiapkan energi yang cukup bagi proses perkecambahan (Zhao *et al*., 2018). Sedangkan fungsi lipase di organ vegetatif tanaman sejauh ini belum banyak dilaporkan.

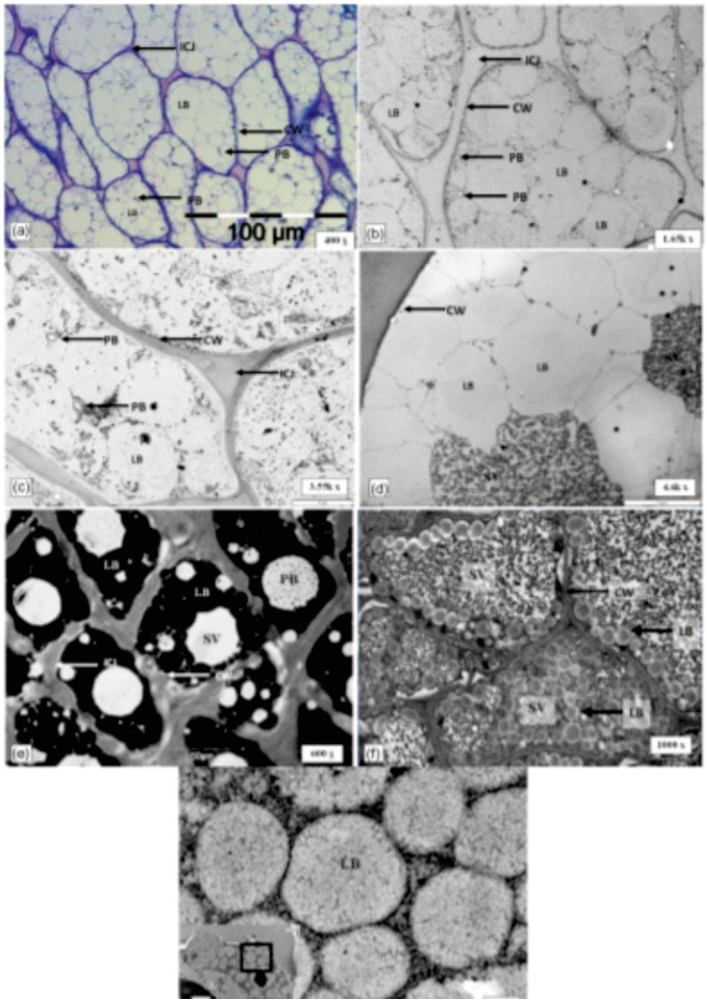
Lipase pada kelapa sawit

Pada kelapa sawit, lipase terakumulasi di mesokarp dan endosperm buah. Aktivitas lipase dan pembentukan lipid dimulai dari bagian tengah mesokarp lalu meningkat ke bagian tengah dan luar buah (Mohankumar *et al*., 1990). Lipid, terutama asam lemak arachidat (Kok *et al*., 2013), merupakan cadangan makanan yang mendominasi hingga 55% total berat kering biji kelapa sawit (Kok *et al*., 2015) yang dibutuhkan untuk perkembangan embrio. Namun sintesis lipid tidak sama antara mesokarp dan endosperm (Oo *et al*., 1985). Bila pada mesokarp sintesis lipid mencapai puncaknya pada fase matang buah (20-21 minggu setelah bunga betina antesis), akumulasi lipid pada endosperm mencapai puncaknya pada minggu ke-12-13 setelah antesis. Sintesis lipid di endosperm semakin menurun seiring tingkat kematangan buah dan mencapai titik terendahnya pada minggu 20-21 setelah bunga betina antesis.

Aktivitas lipase terus meningkat seiring dengan tingkat kematangan buah dan mencapai aktivitas optimumnya pada 24 minggu setelah anthesis. Oo *et al*., (1985) mencatat batasan waktu ini berbeda pada kelapa sawit Nigeria. Menurutnya, kelapa sawit Nigeria memiliki deposit minyak optimum umumnya pada minggu ke 19-20. Meskipun berbeda dalam waktu mencapai tingkat kematangan yang optimum, namun pola peningkatan kandungan minyak dan aktivitas lipase pada mesokarp yang meningkat seiring kematangan buah juga berlaku pada kelapa sawit Nigeria. Hal ini cukup logis bila dikaitkan dengan peranan lipase dalam proses perkecambahan. Namun Henderson dan Osborne (1990) tidak melihat adanya aktivitas lipase pada proses perkecambahan kelapa sawit. Oo dan Stumph (1983) menemukan aktivitas lipase pada pucuk kecambah kelapa sawit, tapi tidak menemukannya pada haustorium dan kernel. Tampaknya, pada kelapa sawit lipase tidak digunakan pada saat biji berkecambah (Mohankumar *et al*., 1990), tapi digunakan ketika kecambah telah terbentuk (Oo dan Stumph 1983). Saat kecambah telah terbentuk (*post-germinative growth*) lipase diperlukan untuk mengubah *triacyl glycerol* (TAGs) dari *oil bodies* menjadi asam lemak untuk kemudian disentesis menjadi gula yang diperlukan untuk pertumbuhan sebelum calon tanaman dapat berfotosintesis dengan optimal (Yuan, 2016,). Enzim TAG-lipase pada Arabidopsis, *Sugar dependent 1* (SDP1) berperan penting pada awal perkecambahan. Arabidopsis mutan yang tidak memiliki gen ini menunjukkan gejala tidak dapat berkecambah dengan baik di media yang tidak tersedia sumber gula eksternal. Homolog enzim SDP1, yaitu *SDP1-like* memiliki kemampuan mendegradasi TAG pada 5 hari setelah perkecambahan (Müller dan Ischebeck, 2018).

Pada kelapa sawit, kandungan asam lemak bebas dan tingkat keasaman tandan buah terkait langsung dengan kualitas minyak. Minyak yang banyak mengandung asam lemak bebas tidak dapat disimpan lama dan tidak layak konsumsi manusia. Namun minyak dengan asam lemak bebas (*free fatty acid-FFA*) tinggi masih dapat digunakan sebagai produk non pangan seperti lilin, kosmetik, bioplastik, bio lubrikan, atau biodiesel (Japir *et al*., 2017). Dengan perlakuan tertentu (*pretreatment*) yang tepat asam FFA dapat dipisahkan dari asam lemak sehingga minyak layak diproses untuk produk pangan (Japir *et al*., 2016, Japir *et al*., 2016a). Minyak kelapa sawit

dikatakan berkualitas baik bila memiliki kandungan *triacylglycerol* (TAGs atau trigliserida) minimal 95% dan kandungan FFA kurang dari 5%. Minyak yang mengandung asam lemak bebas di atas 5% dikatakan memiliki keasaman tinggi atau *acidic oil* (Mancini *et al*., 2015).



Gambar 1. Gambaran ultra-struktur jaringan buah kelapa sawit. (a). LM jaringan mesokarp (perbesaran 400x). (b, c). TEM mikrograf mesokarp (perbesaran 1,65 dan 3,55 Kx). (d). TEM mikrograf kernel (perbesaran 4,6 Kx). (e). CLSE mikrograf kernel (perbesaran 600x). (f). TEM mikrograf embrio (perbesaran 1000 x). (g). TEM mikrograf *lipid bodies* pada embrio (perbesaran 60 Kx) area dalam kotak hitam adalah area yang diperbesar untuk pengamatan lebih detail (1,65Kx). LB: *Lipid bodies*; SV: *Storage vacuole*; PB: *Protein body*; CW: *Cell wall*; V: *Vacuole*; ICJ: *Intercellular junctions*; LM: *light microscope*; SEM, *Scanning electron microscope*; TEM: *Transmission electron microscope*.

Sumber Gambar: Ho *et al*. (2014)

Thoms dan Stubbs (1982) menegaskan bahwa *endogenous* lipase tidak terbukti pada percobaan yang dilakukannya. Munculnya asam lemak bebas pada mesokarp buah kelapa sawit diduga kuat berasal dari kontaminasi bakteri dan jamur yang muncul akibat perlukaan buah maupun kelembaban yang menjadi jalan masuk infeksi mikroorganisme. Satu-satunya cara untuk membuktikan adanya *endogenous* lipase adalah dengan menggunakan *gnotobiotik* yaitu buah kelapa sawit yang bebas mikroorganisme. Pernyataan

ini dibantah oleh penelitian Abigor *et al*. (1985) yang membuktikan bahwa lipase terdapat pada *oil body* yang ketika difraksinasi menggunakan sentrifugasi, fase lemak dari hasil sentrifugasinya mengandung lipase yang aktif. Lipase tersimpan dalam membran vakuola sedemikian rupa sehingga minyak akan tetap terlindung dari enzim ini, kecuali membran vakuola pecah akibat tekanan mekanis maupun suhu. Hal ini juga diperkuat oleh Mohankumar *et al*. (1990) yang menyajikan gambaran mikroskopis penampang jaringan mesokarp yang diberi pewarnaan menggunakan metode *lead salt* yang dimodifikasi untuk melihat posisi oleosom pada jaringan mesokarp. Meskipun *endogenous* lipase secara tegas telah dibuktikan keberadaannya, namun untuk dapat menghitung aktivitasnya dengan tepat sangatlah sulit. Selain ketersediaan buah yang cukup matang bebas mikroorganisme sulit didapat, juga sifat enzimnya yang tidak stabil.

Penelitian terkini membuktikan bahwa keberadaan *endogenous lipase* yang disebut sebagai *triacylglycerol acylhidrolase* benar terdapat pada buah kelapa sawit (Azeman *et al*., 2015) dan menjadi faktor utama dalam menyebabkan terbentuknya asam lemak bebas pada mesokarp buah kelapa sawit. Pada awalnya asam lemak bebas terbentuk karena adanya aktivitas *endogenous lipase*. Secara perlahan, aktivitas ini meningkat hingga mencapai puncaknya dan membentuk *plateauing*. Hingga fase ini, aktivitas lipase murni disebabkan oleh *endogenous lipase.* Peningkatan lipase aktivitas lipase yang terjadi setelah 5 hari kemungkinan disebabkan oleh adanya lipase dari kontaminan seperti jamur dan bakteri (Mustaffa *et al*., 2018). Menurut Wong *et al*. (2016), ada sinergisme antara *endogenous* lipase dengan lipase yang berasal dari mikroorganisme. Pernyataan ini sejalan dengan Morcillo *et al*. (2013), yang menyebutkan bahwa *endogenous* lipase memiliki kontribusi paling besar dalam menyebabkan naiknya keasaman pada mesokarp kelapa sawit, sedangkan lipase dari mikroorganisme hanya berkontribusi ketika buah terinfeksi. Bagaimanapun juga, baik *endogenous* maupun *exogenous* lipase keduanya terlibat dalam pembentukan asam lemak bebas pada mesokarp kelapa sawit.

Frank *et al*., (2017) menyebutkan faktor mekanis dan lama serta teknik penyimpanan sangat mempengaruhi tingginya asam lemak bebas. Sedangkan Cadena *et al*. (2013) lebih menekankan pada faktor pemicu kerusakan buah yang dapat terjadi selama proses panen, pengangkutan, maupun penyimpanan. Begitu terlepas dari trigliserida, asam lemak akan sangat rentan terhadap proses peroksidasi yang memicu terjadinya asam lemak bebas. Dengan adanya air, sejumlah kecil asam lemak bebas akan cukup untuk mengkatalis reaksi antara trigliserida dan air yang akan menghasilkan lebih banyak asam lemak bebas. Mustaffa *et al*., (2018) telah mengidentifikasi pengaruh suhu rendah terhadap aktivitas lipase secara *in vivo* dan *in vitro*, serta pengaruh tingkat kematangan. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa kandungan asam lemak bebas (FFA) lebih tinggi pada buah yang disimpan di ruangan bersuhu dingin dibanding yang direndam dalam air dingin. Cadena *et al*., (2013) yang menyatakan adanya air dapat memicu terbentuknya asam lemak bebas yang lebih banyak. Hal ini mengindikasikan adanya lipolisis yang dipicu oleh kadar air. Tampaknya perubahan struktur pada mesokarp diinduksi oleh suhu dingin yang menyebabkan interaksi enzim-substrat. Sebaliknya, pada suhu tinggi aktivitas lipase menurun (40°C) dan tidak lagi terdeteksi pada suhu 50°C (Mohankumar *et al*., 1990).

Tanaman kelapa sawit rendah lipase

Tanaman kelapa sawit dikatakan rendah lipase apabila aktivitas enzim lipasenya kurang dari 20%, sebaliknya dikatakan tinggi lipase bila aktivitas lipasenya di atas 40% (Domonhedo *et al*., 2018). Aktivitas lipase ditentukan dengan mengukur persentase massa asam lemak yang ada di dalam minyak. Sejauh ini diketahui aktivitas lipase pada *E. guineensis* berbeda dari *E. oleifera* dan keturunannya.

Elaeis oleifera diketahui memiliki kualitas minyak yang lebih baik dibanding *E. guineensis* bila dilihat dari aktifitas enzim lipase (Lieb et al., 2017). Aktivitas lipase pada *E.oleifera* jauh di bawah hibridanya maupun *E. guineensis* yaitu kurang dari 0,6% untuk *E. oleifera*, 32,9% untuk hibrida *E. oleifera* x *E. guineensis* (OG), dan 52,7% untuk *E. oleifera* (Cadena *et al*., 2013). Selain itu, pada *E. oleifera* tidak ditemukan adanya perubahan tingkat aktivitas lipase pada suhu 5°C dan -20°C. Padahal pada *E. guineensis* terjadi perubahan yang cukup drastis yaitu 47% FAA pada 5°C dan 29% FAA pada -20°C. Sedangkan pada hibrida OG, terjadi sedikit perubahan aktivitas lipase dari 29% pada suhu

5°C menjadi 28% pada suhu -20°C. Lau *et al*. (2017) menemukan pada kelapa sawit yang mengandung asam oleat tinggi, aktivitas lipasenya lebih rendah. Diduga turunnya lipase yang mengatur katabolisme ester asam oleat secara tidak langsung akan meningkatkan pembentukan asam oleat.

Informasi mengenai perbedaan aktivitas lipase pada berbagai material tanaman telah menginspirasi pemulia dan peneliti kelapa sawit untuk mencari bahan tanaman yang memiliki lipase rendah. Tanaman dengan lipase rendah memiliki nilai komersial lebih tinggi karena secara *endogenous* memiliki kemampuan mempertahankan minyak dengan mencegah terbentuknya asam lemak bebas seminimal mungkin. Dengan demikian buah dapat dipanen hingga benar-benar matang dan kandungan minyaknya optimal. Selain itu buah dengan lipase rendah tidak mudah rusak meskipun dengan penanganan panen yang standar dan dapat disimpan lebih lama. Berbagai metode untuk mengukur asam lemak bebas pada minyak sawit telah diuji oleh Azeman *et al*., (2015). Meskipun mahal, reaksi enzimastis memiliki performa yang baik pada suhu dan pH tinggi serta dapat digunakan secara berulang. Pengunaan reaksi enzimatis dianggap sebagai metode alternatif yang dianjurkan untuk menentukan asam lemak bebas pada minyak kelapa sawit.

Tinggi rendahnya aktivitas *endogenous* lipase pada kelapa sawit diduga berkaitan dengan faktor *ecogeography*. Penelitian Wong *et al*. (2016) pada populasi origin Angola, Kamerun, Guinea Conarky, Nigeria, Senegal, Sierra Leone, Tanzania, dan Zimbabwe menunjukkan adanya kaitan variasi aktivitas lipase terhadap curah hujan di lokasi ditanamnya kelapa sawit yang diamati. Kelapa sawit yang memiliki lipase rendah umumnya berasal dari wilayah utara (Nigeria, Guinea, Sierra Leone, dan Senegal). Sementara itu, kelapa sawit dengan lipase yang tinggi umumnya berasal dari Angola, Tanzania, dan Zaire (sekarang Demokratik Kongo) yang memiliki curah hujan tinggi. Kelapa sawit yang memiliki lipase tinggi diketahui berasal dari wilayah dengan curah hujan tinggi. Sebaliknya, kelapa sawit dengan lipase yang rendah berasal dari wilayah yang cenderung kering. Pada *E. oleifera* asal Brazil, kelapa sawit yang dengan rendemen tinggi umumnya berasal dari wilayah Coari dan Careiro yang memiliki curah masing-masing 2.290 mm per tahun dan 2.550 mm per tahun. Namun untuk kriteria keasaman, Coari dan Manicoré memiliki minyak dengan keasaman yang paling rendah (España *et al*., 2017). Manicoré sendiri diketahui memiliki curah hujan tahunan 2.550 mm.

Tingkat keasaman pada mesokarp kelapa sawit dikendalikan oleh gen tunggal (monogenik) (Wong, 2016). *High oil acidity*, minyak yang memiliki keasaman tinggi bersifat dominan sedangan '*low oil acidity*' minyak yang memiliki keasaman rendah bersifat resesif. Sifat '*high oil acidity*' ditentukan oleh alel dominan 'Pa' dan alel resesif 'pa' dengan pola segregasi yang mengikuti Hukum Mendel (Likeng-Li-Ngue *et al*., 2016). Penamaan alel 'Pa' sendiri diambil dari 'palmitic', yaitu asam palmitat (*palmitic acid*). Alel ini bertanggung jawab terhadap tinggi rendahnya tingkat keasaman minyak yang diekspresikan dalam bentuk asam palmitat. Pola pewarisan sifat yang sepenuhnya mengikuti Hukum Mendel ini dibuktikan oleh Likeng-Li-Ngue *et al*. (2016) terhadap kelapa sawit Dura Deli yang ditanam di CEREPAH, La Dibamba, Afrika. Pengamatan pada sampel penelitian menunjukkan tetua LM 2509 D *self-pollinated* (SP) dan LM 2531 D memiliki alel homozigot untuk '*low oil acidity*' (pa pa), sedangkan tetua LM 2357 D dan LM 3257 D memiliki alel homozigot untuk '*high oil acidity*' (Pa Pa). Adapun tetua LM 3394 D memiliki alel yang heterozigot untuk *oil acidiy* (Pa pa). Selain Likeng-Li-Ngue *et al*. (2016), upaya menyeleksi kelapa sawit rendah lipase juga pernah dilakukan Morcillo *et al*., (2013) terhadap persilangan Deli x La Mé, dengan menggunakan penanda *proteomic*.

Aplikasi bioteknologi untuk merakit bahan tanaman rendah lipase

Salah satu langkah penting untuk merakit tanaman rendah lipase adalah dengan mengetahui enzim-enzim utama, gen, atau komponen gen yang terlibat dalam jalur biosintesisnya. Secara *in silico*, España *et al*. (2017), menemukan dua kelas lipase yang teridentifikasi pada kelapa sawit *E. guineensis* maupun *E. oleifera* yang bertanggung jawab terhadap keasaman minyak sawit yaitu lipase kelas 3 (GXSXG) dan lipase GDSL. Data PCR kuantitatif yang diperoleh Wong *et al*. (2016) menunjukkan bahwa tingkat ekspresi gen GDSL dan GXSXG, sejalan dengan tingkat aktivitas lipase yang diukur. Kelapa sawit Angola yang memiliki asam lemak tinggi juga menunjukkan ekspresi GDSL dan GXSXG yang tinggi. Sebaliknya kelapa sawit Guinea yang memiliki asam

lemak bebas rendah menunjukkan ekpresi GDSL dan GXSXG yang rendah. Archambault dan Stromvik (2011), menyebutkan, pada Fabaceae, GDSL lipase terlibat dalam regulasi pertahanan tanaman dalam kondisi yang ekstrim seperti cekaman dingin.

Sekuen cDNA EgLiP1 (nomor aksesi GenBank JX556251) yang mengkode protein homolog lipase pada tanaman jarak digunakan sebagai penanda untuk mengidentifikasi protein lipase pada kelapa sawit (Morcillo, *et al*., 2013). España *et al*., (2017) menyampaikan bahwa EgLip1 pada *E. guineensis* juga ditemukan pada *E. oleifera* yang disebut sebagai EoLip1. Selain itu, pada genom kedua spesies kelapa sawit ini juga ditemukan gen *ortholog putative* lipase EoPar1Lip1 dengan EgParLip1 dan EoPar2Lip1 dengan EgPar2Lip1 yang memiliki fungsi yang conserve. Perbedaan ekspresi kedua gen ini ditentukan oleh *alignment* pada situs promoter (3.0 Kb *upstream* sebelum ATG).

Sekuen *mesocarp-specific promoter* telah diisolasi dari kelapa sawit oleh Zubaidah *et al*., (2018) dari MPOB, Malaysia dan dikenal sebagai MSP1. Adapun promoter MSP2 merupakan *mesocarp-specific promoter* yang dianggap lebih fungsional karena mengandung komponen penting seperti *TATA box*, *pyrimidine patch*, dan *cis-acting regulatory elements*. Promoter MSP2 juga dapat digunakan untuk mengekspresikan gen pada jaringan mesokarp tanaman lain seperti tomat dan alpukat (Nurniwalis *et al*., 2015). Gen lengkap (*full length gene*) lipase kelas 3 (FLL1) yang diisolasi Nurniwalis *et al*. (2017) juga berhubungan dengan promoter kelapa sawit. Gen FLL1 99% terbukti identik dengan EgLiP1. Selain yang telah ditemukan oleh Nurniwalis, Morcillo, dan lainnya, Demonhedo *et al*. (2018) menambahkan 3 gen lain yang memiliki tingkat kemiripan tinggi dengan FLL1, yaitu g0040, g0050, dan g0170. Ringkasan ketiga gen tersebut sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan gen g0040, g0050, dan g0170 terhadap cDNA F111

	G0040	**G0050**	**G0170**	**FLL1**
Kemiripan dengan FLL1 (ID%)	130/1551 (89%); *Query cover*: 92% *E-value*: 0.0	1535/1540 (99%); *Query cover*: 97%; *E-value*: 0.0	849/1179 (72%); *Query cover* 97%; *E-value*: 0.0	100%
Posisi awal *start kodon* ATG	Basa ke-69	Basa ke-108	Basa ke-87	Basa ke-70
Stop kodon	TGA	TGA	TAA	TGA
Pangjang transkrip (bp)	1.663	1.579	2.339	1.684
Panjang ORF (bp)	1.500	1.452	1.440	1.452
Jumlah asam amino (*predicted protein*)	499	483	479	483
Consensus lipase pattern	Ya	Ya	Ya, dengan perubahan V menjadi L	ya

Keterangan: bp: *basepair*; ORF: *open reading fragment*;
Sumber: Domonhedo *et al*. (2018)

Perbedaan *conserve* motif pada situs promoter gen EgLip1 and EoLip1 secara signifikan menyebabkan perbedaan regulasi ekspresi gen EgLip1 and EoLip1 yang terlihat dalam perbedaan tingkat keasaman minyak *E. guineensis* dan *E. oleifera*. Bahwa EgLiP1 mengkode lipase pada mesokarp kelapa sawit, diperkuat dengan hasil analisis ekspresi gen yang menunjukkan transkripsi EgLiP1 meningkat seiring naiknya akumulasi lemak dan diikuti dengan naiknya aktivitas lipase. Analisis kuantitatif RT-PCR pada jaringan kelapa sawit menegaskan bahwa EgLiP1 hanya terekspresi di mesokarp selama periode pematangan buah. Ekspresi EgLiP1 meningkat hingga 100 kali lipat pada saat buah masak (Soh *et al*., 2017). Sebaliknya, transkripsi EgLiP1 tidak terdeteksi pada jaringan lain yang diamati seperti kernel, embrio, akar, bunga, daun, dan tunas apikal. Memang pada awal perkecambahan, EgLiP1 terdeteksi pada jaringan-jaringan tersebut, namun jumlahnya 34 kali lebih sedikit dibanding yang teramati di mesokarp. Hal ini menunjukkan bahwa EgLip1 berkaitan dengan karakter rendah lipase (Morcillo *et al*., 2013).

PENUTUP

Varietas kelapa sawit yang secara genetis memiliki lipase rendah, mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi karena memudahkan dalam penanganan panen, penyimpanan, dan transportasi. Upaya mendapatkan tanaman dengan karakter lipase rendah dapat dilakukan baik secara konvensional maupun melalui pendekatan molekuler. Dengan ditemukannya gen-gen kunci yang terlibat dalam biosintesis asam lemak dan diketahuinya pola pewarisan sifar rendah lipase, seleksi tanaman dan manipulasi gen untuk mendapatkan varietas dengan lipase rendah semakin terfasilitasi. Beberapa negara seperti Malaysia, Brazil, dan Kamerun telah melakukan seleksi kelapa sawit rendah lipase.

DAFTAR PUSTAKA

Abigor, D. R., Opute, F. I., Opoku, A. R., & Osagie, A. U. 1985. Partial purification and some properties of the lipase present in oil palm (*Elaeis guineensis*) mesocarp. Journal of the Science of Food and Agriculture. 36(7): 599-606.

Archambault, A., and M. V Strömvik. 2011. PR-10, defensin and cold dehydrin genes are among those over expressed in Oxytropis (Fabaceae) species adapted to the arctic. Functional & integrative genomics. 11(3): 497-505.

Avhad, M. R., and J. M. Marchetti. 2019. Uses of Enzymes for Biodiesel Production. In Advanced Bioprocessing for Alternative Fuels, Biobased Chemicals, and Bioproducts (pp. 135-152). Woodhead Publishing.

Azeman, N. H., Yusof, N. A., & Othman, A. I. 2015. Detection of Free Fatty Acid in Crude Palm Oil. Asian Journal of Chemistry. 27(5).

Cadena, T., F. Prada, A. Perea, and H. M. Romero. 2013. Lipase activity, mesocarp oil content, and iodine value in oil palm fruits of Elaeis guineensis, Elaeis oleifera, and the interspecific hybrid O × G (E. oleifera × E. guineensis). Journal of the Science of Food and Agriculture. 93(3): 674-680.

Carvalho, T., A. Pereira, P. V. Finotelli, and P. F. Amaral. 2018. Palm oil fatty acids and carotenoids extraction with lipase immobilized in magnetic nanoparticles.

Chary, P. S., & Devi, Y. P. 2018. Lipases and their applications-An applied research in West Asia. Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology. 1-11.

Domonhédo, H., T. Cuéllar, S. Espeout, G. Droc, M. Summo, R. Rivallan, D. Cross, B. Nouy, A. Omoré, L. Nodichao, V. Arondel, C. Ahanhanzo, N. Billotte. 2018. Genomic structure, QTL mapping, and molecular markers of lipase genes responsible for palm oil acidity in the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Tree Genetics & Genomes. 14(5): 69.

España, M. D., A. S. Steindorff, A. A. Alves, E. F. Formighieri, & M. T. S. Junior. 2017. Artigo

2–Identificação E Caracterização in Silico de Lipases Potencialmente Responsaveis Pela Acidificação Do Óleo De Palma (Elaeis Spp.). Caracterização Química Do Óleo Do Mesocarpo de Acessos de Elaeis oleifera (Hbk) Oriundos Da Amazônia Brasileira E Mapeamento in Silico de Lipases Putativas Das Classes 3 (Gxsxg) E Gdsl Nos Genomas De Palma De Óleo. 54.

Frank, G., Hermine, N. B., Achille, N., & Martin, B. J. (2017). A review of main factors affecting palm oil acidity within the smallholder oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) sector in Cameroon. African Journal of. 296.

Henderson, J., and d. J. Osborne. 1990. Cell separation and anatomy of abscission in the oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq. Journal of experimental botany. 41(2): 203-210.

Ho, L. S., Nair, A., H. M. Yusof, H. Kulaveerasingam, and M. S. Jangi. 2014. Morphometry of lipid bodies in embryo, kernel and mesocarp of oil palm: Its relationship to yield. American Journal of Plant Sciences. 5(09): 1163.

Japir A. A. W., J. Salimon, D. Derawi, M. Bahadi, M. R. Yusop. 2016a. Purification of high free fatty acid crude Palm oil using molecular distillation. Asian J Chem 28: 2549–2554.

Japir A. A. W, Salimon J, Derawi D, Bahadi M, Yusop MR. 2016b. Separation of free fatty acids from high free fatty acid crude palm oil using short-path distillation. In: The 2016 UKM FST post graduate colloquium: Proceedings of the Universiti Kebangsaan Malaysia, Faculty of Science and Technology 2016 Postgraduate *Colloquium* (Vol. 1784, N° 1, p. 030001). AIP Publishing. DOI:10.1063/1.4966739.

Japir, A. A. W., Salimon, J., Derawi, D., Bahadi, M., Al-Shuja'a, S., & Yusop, M. R. 2017. Physicochemical characteristics of high free fatty acid crude palm oil. Oilseeds and Fats, Crops and Lipids. 24(5).

Joshi, R. 2018. Role of enzymes in seed germination. Int. J. Creative Res. Thoughts. 6: 1481-1485.

Kareem, S. O., Falokun, E. I., Balogun, S. A., Akinloye, O. A., & Omeike, S. O. 2017. Enzymatic biodiesel production from palm oil and palm kernel oil using free lipase. Egyptian journal of petroleum. 26(3): 635-642.

Kok, S. Y., P. Namasivayam, G. C. L. Ee, and M. Ong-Abdullah. 2013. Biochemical characterisation during seed development of oil palm (Elaeis guineensis). Journal of plant research, 126(4), 539-547.

Kok, S., O. A. Meilina, G. C. L. Ee, and N. Parameswari. 2015. A histological study of oil palm (*Elaeis guineensis*) endosperm during seed development. Journal of Oil Palm Research. 27(2): 107-112.

Lason, E., and J. Ogonovski. 2010. Lipase-Characterization, Applications and Mathods of Immobilization. Chemik. 64(2): 97-10.

Lau, Y. C., J. D. Morton, S. Deb-Choudhury, S. Clerens, J. M. Dyer, and U. S. Ramli. 2017. Differential expression analysis of oil palm fatty acid biosynthetic enzymes with gel-free quantitative proteomics.

Lieb, V. M., Kerfers, M. R., Kronmüller, A., Esquivel, P., Alvarado, A., Jimenez, V. M., ... & Steingass, C. B. 2017. Characterization of mesocarp and kernel lipids from *Elaeis guineensis* Jacq., *Elaeis oleifera* [Kunth] Cortés, and their interspecific hybrids. Journal of agricultural and food chemistry. 65(18): 3617-3626.

Likeng-Li-Ngue, B. C., J. M. Bell, G. F. Ngando-Ebongue, G. N. Ntsomboh, and H. B. Ngalle. 2016. Genetic determinism of oil acidity among some DELI oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) progenies. African Journal of Biotechnology. 15(34): 1841-1845.

Pahoja, V. M., & Sethar, M. A. 2002. A review of enzymatic properties of lipase in plants,

animals and microorganisms. Pakistan J. Appl. Sci. 2: 474-484.

Patel, N., D. Rai, S. Shahane, and U. Mishra. 2019. Lipases: Sources, Production, Purification, and Applications. Recent patents on biotechnology. 13(1): 45-56.

Mancini, A., E. Imperlini, E. Nigro, C. Montagnese, A. Daniele, S. Orrù, and P. Buono. 2015. Biological and nutritional properties of palm oil and palmitic acid: effects on health. Molecules. 20(9): 17339-17361.

Matinja, A. I., N. A. M. Zain, M. S. Suhaimi, and A. J. Alhassan. 2019. Optimization of biodiesel production from palm oil mill effluent using lipase immobilized in PVA-alginate-sulfate beads. Renewable energy. 135: 1178-1185.

Mehta, A., Bodh, U., & Gupta, R. 2017. Fungal lipases: a review. Journal of Biotech Research. 8.

Mohankumar, C., and C. Arumughan. 1990. Histological localization of oil palm fruit lipase. Journal of the American Oil Chemists' Society. 67(10): 665-669.

Morcillo, F., D. Cros, N. Billotte, G. F. Ngando-Ebongue, H. Domonhédo, H., M. Pizot, T. Cuellar, S. Espéout, R. Dhouib, F. Bourgis, S. Claverol, T. J. Tranbarger,B. Nouy, and V. Arondel. 2013. Improving palm oil quality through identification and mapping of the lipase gene causing oil deterioration. Nature communications. 4: 2160.

Mukherjee, K. D. 1994. Plant lipases and their application in lipid biotransformations. Progress in lipid research. 33(1-2): 165-174.

Müller, A. O., & Ischebeck, T. 2018. Characterization of the enzymatic activity and physiological function of the lipid droplet‐associated triacylglycerol lipase At OBL 1. New Phytologist. 217(3): 1062-1076.

Mustaffa, N. K., Lau, H. L. N., & Loh, S. K. 2018. A process to simultaneously produce a high diacylglycerol oil and carotene-enriched triacylglycerol oil from oil palm fresh fruit bunches. Journal of Oil Palm Research. 30(3): 464-471.

Nurniwalis, A. W., R. Zubaidah, A. S. N. Akmar, H. Zulkifli, M. M. Arif. F. J. Massawe, and G. K. A. Parveez. 2015. Genomic structure and characterization of a lipase class 3 gene and promoter from oil palm. Biologia plantarum. 59(2): 227-236.

Nurniwalis, A. W., Ramli, Z., Parveez, G. K. A. 2017. Mesocarp specific promotor for plant genetic engineering. MPOB TT No.614

Oo, K. C., and P. K. Stumpf. 1983. Some enzymic activities in the germinating oil palm (Elaeis guineensis) seedling. Plant Physiology. 73(4): 1028-1032.

Oo, K. C., S. K. Teh, H. T. Khor, and A. S. Ong. 1985. Fatty acid synthesis in the oil palm (*Elaeis guineensis*): Incorporation of acetate by tissue slices of the developing fruit. Lipids. 20(4): 205-210.

Sarmah, N., Revathi, D., Sheelu, G., Rani, K. Y., Sridhar, S., Mehtab, V., & Sumana, C. 2018. Recent advances on sources and industrial applications of lipases. Biotechnology progress. 34(1): 5-28.

Singh, R. S., T. Singh, A. K. Singh. 2019. Enzymes as diagnostic tools. Advances in Enzymes Technology. 225-271. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64114-4-00009-1.

Singh, R., A. Singh, and S. Sachan. 2019. Enzymes Used in the Food Industry: Friends or Foes?. In Enzymes in Food Biotechnology (pp. 827-843). Academic Press.

Soh, A. C., Mayes, S., Roberts, J., Zaki, N. M., Madon, M., Schwarzacher, T., ... & Othman, A. 2017. Molecular genetics and breeding. In Oil Palm Breeding (pp. 225-282). CRC Press.

Tombs, M. P., & Stubbs, J. M. 1982. The absence

of endogenous lipase from oil palm mesocarp. Journal of the Science of Food and Agriculture. 33(9): 892-897.

Wong, Y. T., A. Kushairi, N. Rajanaidu, M. Osman, R. Wickneswari, and R. Sambanthamurthi. 2016. Screening of wild oil palm (Elaeis guineensis) germplasm for lipase activity. The Journal of Agricultural Science. 154(7): 1241-1252.

Xia, Q., T. O. Akanbi, R. Li, B. Wang, W. Yang, and C. J. Barrow. 2019. Lipase-catalysed synthesis of palm oil-omega-3 structured lipids. Food & function. 10(6): 3142-3149.

Yuan, Y. 2016. Functional study of oil assembly pathway in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) fruits (Doctoral dissertation).

Zhao, Y., Ma, Y., Li, Q., Yang, Y., Guo, J., & Song, J. 2018. Utilisation of stored lipids during germination in dimorphic seeds of euhalophyte Suaeda salsa. Functional Plant Biology. 45(10): 1009-1016.

Zubaidah, R., Nurniwalis, A. W., Chan, P. L., Masura S., Akmar A. N. A. & Parveez G. K. A. 2018. Tissue specific promoters: The importance and potencial application for genetic.

DINAMIKA AIR DI DALAM TANAH DAN HUBUNGANNYA DENGAN CEKAMAN KEKERINGAN PADA TANAMAN KELAPA SAWIT

Eko Noviandi Ginting

ABSTRAK

Secara umum ada dua fungsi penting air bagi tanaman, yaitu sebagai bahan dasar penyusun sel- sel jaringan dan sebagai "alat transportasi" hara dari dalam tanah ke dalam jaringan tanaman serta mengangkut hasil fotosintesis ke seluruh tubuh tanaman melalui xilem dan floem. Ketika evapotranspirasi lebih tinggi dibanding dengan curah hujan, maka kandungan air tanah akan menurun dan mungkin akan mencapai pada titik dimana tanaman tidak dapat lagi menyerap air dari dalam tanah. Pada kondisi ini, tanaman akan mulai mengalami stress air, potensial air tanaman akan menurun, dan tanaman mengalami cekaman kekeringan. Kejadian cekaman kekeringan bagi tanaman tidak saja dipengaruhi oleh kondisi iklim suatu daerah, tetapi lebih kompleks lagi juga dipengaruhi oleh dinamika air di dalam tanah. Adanya perbedaan sifat-sifat tanah akan memberikan dampak yang berbeda juga terhadap perilaku air di dalam tanah kaitannya dengan kemampuan tanah menyediakan air bagi tanaman. Walaupun Indonesia merupakan negara tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi, namun pada kenyataannya stress air pada tanaman kelapa sawit masih sering terjadi di beberapa daerah dan pada periode tertentu. Cekaman kekeringan memberikan dampak yang beragam pada tanaman kelapa sawit, mulai dari dampak terhadap pertumbuhan vegetatif sampai penurunan produksi yang tinggi.

Kata kunci: *Cekaman kekeringan, evapotranspirasi, dinamika air tanah*

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

Eko Noviandi Ginting (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Email: eko.novandy@gmail.com

PENDAHULUAN

Air merupakan bagian yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari sebuah ekosistem, dan air juga merupakan suatu komponen yang cukup kompleks karena interaksinya baik pada hidrosfer, atmosfer, pedosfer, maupun biosfer. Di dalam tubuh tanaman, air merupakan komponen penting yang menyusun sebagian besar sel-sel penyusun jaringan tanaman serta memiliki peran yang sangat penting sebagai pelarut bagi kebanyakan reaksi yang terjadi di dalam tubuh tanaman. Proporsi air pada setiap tanaman tentu sangat bervariasi berdasarkan tipe sel dan jaringan tanaman dan tergantung pada kondisi lingkungan dan kondisi fisiologi tanaman. Jones (2014) menyatakan bahwa pada tanaman jenis buah-buahan kandungan air antara 10 – 95%, selanjutnya Hopkins dan Norman, (2009) melaporkan bahwa kandungan air pada tanaman tidak berkayu lebih dari 70% dari total bobotnya, sementara Hidayat et al., (2013) menyatakan bahwa secara umum sebesar 30-90% tubuh tanaman tersusun atas air.

Di sisi lain, berbicara tentang kebutuhan air oleh tanaman tentu tidak dapat terlepas dari lingkungan tanah, tidak saja sebagai media tumbuh tanaman tetapi lebih kompleks lagi sebagai *reservoir* atau wadah tempat berlangsungnya siklus air. Di dalam tanah air akan berinteraksi dengan komponen-komponen tanah dimana interaksi ini akan mempengaruhi ketersediaan air bagi tanaman di dalam tanah. Beberapa jenis tanah memiliki kemampuan yang tinggi untuk menahan air (tanah dengan kandungan fraksi *clay* yang tinggi) sementara sebagian lagi memiliki kemampuan yang rendah dalam menahan air, misalnya pada tanah dengan kandungan fraksi pasir yang tinggi, sehingga menyebabkan air segera hilang dari ekosistem tanah dan menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Selain itu, dinamika air di dalam tanah juga berhubungan dengan transport bahan-bahan yang digunakan dalam praktik

pertanian seperti pestisida, herbisida, dan pupuk, dari permukaan tanah ke dalam tubuh tanah dan potensinya dalam hal mencemari air tanah (Kim *et al*., 2017; Villamizar and Brown, 2017). Oleh karenanya penting untuk mempelajari bagaimana dinamika air di dalam tanah dan kaitannya dengan kemampuan tanah untuk menyediakan air bagi tanaman.

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang perkembangannya sangat pesat di Indonesia, dimana sampai dengan tahun 2018 diperkirakan sekitar 14 juta hektar lahan di Indonesia telah di tanami tanaman kelapa sawit (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019). Sama dengan jenis tanaman pertanian dan perkebunan lainnya, tanaman kelapa sawit juga membutuhkan kondisi iklim yang sesuai untuk dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Dari beberapa elemen iklim, curah hujan merupakan elemen iklim yang berhubungan langsung dengan ketersediaan air bagi tanaman kelapa sawit. Walaupun Indonesia merupakan daerah tropis yang memiliki curah hujan yang cukup tinggi, namun faktanya secara periodik stress air pada tanaman kelapa sawit sering terjadi akibat distribusi curah hujan yang tidak merata dan tingginya tingkat evaporasi pada tanaman karena suhu udara yang tinggi (Arif *et al*., 2003). Terjadinya perubahan iklim secara global juga telah mempengaruhi kondisi iklim di Indonesia balakangan ini, dimana di beberapa wilayah yang merupakan sentra perkebunan kelapa sawit terjadi musim kering yang cukup panjang dan peningkatan suhu yang cukup tinggi seperti di Sumatera Selatan, yang tentunya mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit. Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam tulisan ini dibahas tentang dinamika air yang melibatkan faktor iklim berupa curah hujan dan ekosistem tanah kaitannya dengan cekaman kekeringan pada tanaman kelapa sawit.

AIR DI DALAM TANAH DAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA

Dinamika Air di Dalam Tanah

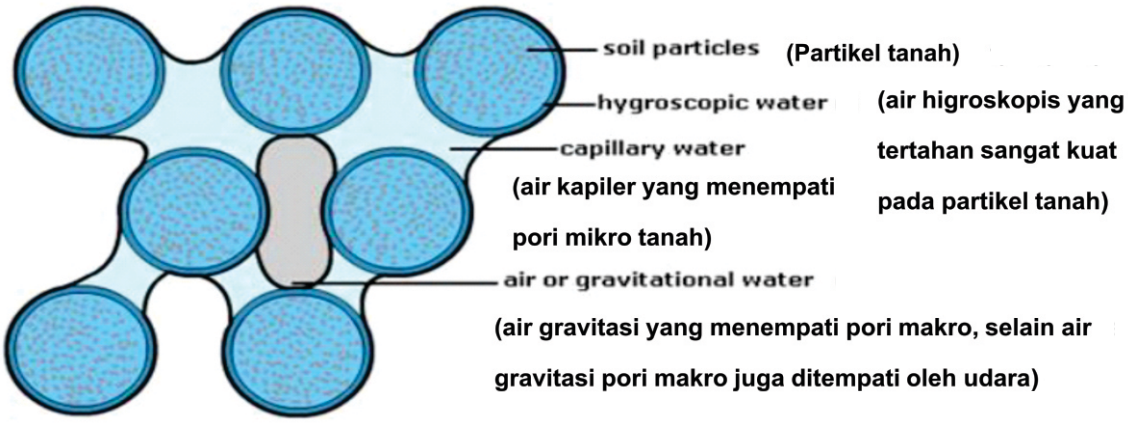
Sumber utama air bagi tanaman kelapa sawit khususnya yang diusahakan pada jenis tanah mineral di Indonesia adalah air hujan. Pada perkebunan kelapa sawit, curah hujan yang jatuh dan melewati kanopi tanaman dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu curah hujan yang jatuh langsung ke tanah, air hujan yang jatuh mengalir lewat batang (*stem flow*), dan air yang tertahan di daun lalu langsung menguap lewat evaporasi (Squire, 1984). Nelson *et al*. (2014) mengestimasi besarnya air hujan yang mengalir lewat batang (*stem flow*) sekitar 14%, sementara air hujan yang jatuh lewat intersepsi kanopi diperkirakan sekitar 7 – 22% (Carr, 2011; Nelson *et al*., 2014).

Ketika air hujan sampai ke permukaan tanah, maka sebagian air akan masuk ke dalam profil tanah melalui proses infiltrasi dan sebagian akan hilang melalui *run-off* atau aliran permukaan. Air yang masuk lewat infiltrasi selanjutnya akan terdistribusi di dalam tubuh tanah dari zona yang paling lembab (lapisan atas) ke zona yang lebih kering di bawahnya (Silva *et al*., 2017). Di dalam profil tanah sebagian air akan tersimpan pada zona perakaran tanaman sebagai air yang akan digunakan oleh tanaman, sebagian air akan terevapotranspirasi, dan sebagian lagi akan terdrainase (drainase internal) menuju ke zona jenuh atau air tanah melalui proses perkolasi.

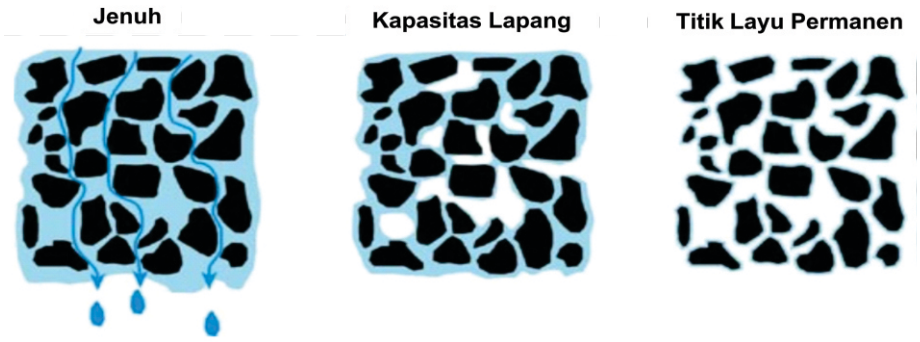
Di dalam tanah, air terbagi menjadi 3 yaitu: air gravitasi, air kapiler, dan air higroskopis (Gambar 1). Air gravitasi, yaitu air bebas yang bergerak turun di dalam tanah sebagai akibat dari adanya gaya tarik dari gravitasi bumi. Air gravitasi umumnya menempati pori makro dan cepat turun ke arah zona jenuh tanah (*ground water*). Air kapiler adalah air yang tersimpan di pori mikro tanah dan merupakan air yang menyusun larutan tanah. Air kapiler tertahan di dalam tanah karena adanya sifat tegangan permukaan (kohesi dan adhesi) dari pori mikro yang lebih kuat dari gaya gravitasi. Air kapiler merupakan air utama yang tersedia untuk tanaman. Sementara itu, air higroskopis adalah air yang terbentuk sebagai lapisan film yang sangat tipis di sekitar partikel tanah. Air higrokopis terikat sangat kuat pada partikel tanah oleh gaya adhesi antara partikel tanah dan partikel air, oleh sebab itu, jenis air ini umumnya tidak tersedia bagi tanaman. Karena air higroskopis berada pada partikel tanah, bukan pada pori-pori tanah, maka beberapa jenis tanah yang mengandung fraksi liat yang tinggi akan mengandung air higroskopis yang tinggi.

Kaitannya dengan ketersediaan air bagi tanaman, dikenal ada tiga kondisi kelembaban tanah yaitu kondisi jenuh (*saturation*), kapasitas lapang (*field capacity*), dan kondisi titik layu permanen (*permanent wilting point*) (Gambar 2). Jika diasumsikan tanah

merupakan sebuah wadah air untuk tanaman, maka pada saat kondisi jenuh berarti wadah tersebut terpenuhi oleh air. Dengan kata lain, dalam kondisi jenuh seluruh ruang pori tanah terisi oleh air. Selanjutnya, sebagian air di dalam tanah (air gravitasi) akan mengalir ke bawah menuju zona yang lebih kering. Pada saat seluruh air gravitasi mengalir ke lapisan tanah bawah, pori-pori mikro pada tanah lapisan atas tetap terisi air, sementara pori makro akan terisi udara, kondisi inilah yang dikenal dengan istilah kapasitas lapang. Secara perlahan air yang tersimpan di dalam pori mikro tanah dalam kondisi kapasitas lapang tersebut akan diserap oleh tanaman. Jika tidak ada tambahan air lagi, maka secara berangsur-angsur tanah akan semakin mengering. Dalam kondisi seperti ini, air terikat sangat kuat pada partikel tanah (air higroskopis) dan akar tanaman semakin sulit mengambil air dari dalam tanah. Pada suatu titik tertentu tanaman tidak mampu lagi menyerap air dari dalam tanah dan akhirnya tanaman menjadi layu dan mati. Kandungan air tanah pada kondisi dimana tanaman tidak mampu lagi menyerap air dan akhirnya mati disebut sebagai titik layu permanen. Pada kondisi titik layu permanen sebenarnya tanah tetap mengandung air, namun terlalu sulit untuk diserap oleh tanaman, sehingga tanaman tidak mampu menyerap air yang ada. Jumlah air yang sebenarnya tersedia untuk tanaman atau yang biasa disebut sebagai air tersedia (*available water content*) adalah jumlah air yang disimpan di dalam tanah pada kondisi kapasitas lapang dikurangi air yang disimpan di dalam tanah pada kondisi titik layu permanen.



Gambar 1. Ilustrasi air gravitasi, air kapiler dan air higroskopis di dalam tanah
(*Sumber:https://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2011_0009_Juhasz_Csaba_Pregun_Csaba-Water_Management/ch05s03.html*)

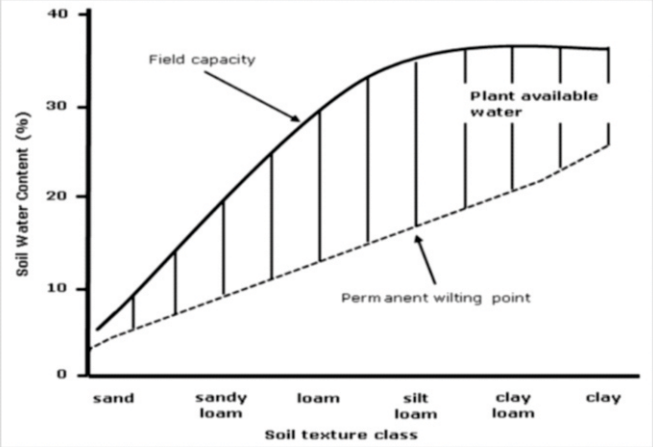


Gambar 2. Ilustrasi tanah dalam kondisi jenuh dimana seluruh ruang pori tanah terisi oleh air (kiri), kondisi kapasitas lapang dimana ruang pori makro tanah terisi udara sementara ruang pori mikro tetap terisi air (tengah) dan kondisi titik layu permanen, saat air hanya mebentuk lapisan film tipis pada partikel tanah (kanan)
(Sumber:http://www.terragis.bees.unsw.edu.au/terraGIS_soil/sp_watersoil_moisture_classification. html)

Pengaruh Sifat Fisik Tanah Terhadap Dinamika Air Tanah

Tanah tersusun atas empat komponen, yaitu padatan mineral, bahan organik, air, dan udara. Secara umum, tanah mengandung 2–5% bahan organik, 20-45% mineral, 10-25% air, dan 15-25% udara (Abdul Khalil et al., 2015). Namun demikian, proporsi dari komponen penyusun tanah ini sangat bervariasi tergantung pada jenis tanah dan lokasi serta unsur klimatologi dimana tanah tersebut terbentuk (Kuncoro et al., 2014). Ruangan kosong diantara susunan partikel padatan (organik dan anorganik) disebut pori tanah yang biasanya diisi oleh air dan udara. Fraksi padatan mineral tanah terdiri dari pasir (*sand*), debu (*silt*), dan liat (*clay*), dan perbandingan antara fraksi padatan inilah yang dikenal sebagai tekstur tanah.

Tanah dengan kelas tekstur yang kasar (*sands and sandy loam*) memiliki air tersedia yang rendah karena distribusi ukuran pori didominasi oleh pori makro yang memiliki kemampuan menahan air yang rendah. Di sisi lain, tanah dengan kelas tekstur yang halus (*clay*) memiliki total air tersimpan yang tinggi karena didominasi pori mikro, namun demikian jenis tanah ini memiliki kandungan air tesedia yang rendah, karena air yang ada diikat sangat kuat sebagai akibat dari potensial matriks yang tinggi dari partikel tanah sehingga tanaman sulit untuk menyerap air. Selanjutnya, pada jenis tanah yang memiliki tekstur berlempung (*loam, silt loam, clay loams*) memiliki kandungan air tersedia yang tinggi, karena tanah dengan kelas tekstur ini memiliki distribusi ukuran pori yang luas yang merupakan kombinasi dari pori mikro dan makro (O'Geen, 2012). Gambar 4 mengilustrasikan hubungan antara kandungan air tersedia dengan berbagai kelas tekstur tanah, dimana semakin kasar kelas tekstur tanah (*sands*) maka tanah akan didominasi oleh pori makro, sehingga kemampuan tanah menahan air rendah, akibatnya air mudah lolos atau hilang. Sebaliknya, semakin halus kelas tekstur tanah (*clays*) maka tanah akan didominasi oleh pori mikro, dimana walaupun kemampuan menahan airnya tinggi namun jumlah air tersedia relatif kecil.



Gambar 4. Ilustrasi hubungan antara kandungan air tersedia dengan berbagai tekstur tanah (Sumber: O'Geen, 2012)

Sementara itu, struktur tanah mengacu pada susunan partikel tanah (granular, laminar, balok, perismatik), yang membentuk ruang geometri pori tanah dari satu kesatuan agregat tanah (Pan *et al*., 2018). Lebih lanjut, Martin *et al*. (2012), mendefinisikan struktur tanah sebagai ukuran serta susunan dari partikel-partikel dan pori di dalam tanah. Penggabungan (agregasi) antara fraksi padatan tanah dengan bantuan koloid organik dan anorganik ini dikenal dengan agregat mikro atau mikroagregat, sementara gabungan antara agregat-agregat mikro dikenal sebagai agregat makro atau makroagregat. Struktur tanah mempengaruhi berbagai macam proses yang terjadi di dalam tanah, seperti pertukaran gas, dinamikan hara di dalam tanah, pergerakan air, serta penetrasi akar tanaman (Rabot *et al*., 2018). Tanah dikatakan memiliki struktur yang baik jika memiliki kepadatan atau *bulk density* yang relatif rendah serta

memiliki ruang pori yang relatif banyak. Pada tanah dengan struktur baik ini akan memiliki daya infiltrasi yang tinggi, pergerakan air yang relatif cepat di dalam profil tanah, memiliki kandungan air tersedia yang tinggi bagi tanaman, serta memudahkan akar dalam melakukan penetrasi di dalam tanah. Dari uraian di atas dapat dipahami bahwa ketersediaan air di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh sifat fisik tanah utamanya struktur dan tekstur sebagai faktor penentu karakteristik pori tanah yang akan mempengaruhi bagaimana air lolos, bergerak, maupun tertahan di dalam tanah dalam periode waktu tertentu agar dapat diserap oleh tanaman.

KEBUTUHAN AIR TANAMAN KELAPA SAWIT

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengestimasi kebutuhan air tanaman adalah dengan menghitung banyaknya air yang digunakan oleh tanaman melalui proses evapotranspirasi aktual. Beberapa penelitian untuk menghitung besarnya air yang digunakan tanaman kelapa sawit dalam proses evapotranspirasi telah dilakukan. Goh (2000) melaporkan bahwa evapotranspirasi optimum harian tanaman kelapa sawit antara 5 – 6 mm dan jika nilainya lebih kecil dari nilai evapotranspirasi optimum tersebut maka tanaman terindikasi mengalami stress air. Kallarackal *et al*., (2004) melalui penelitiannya pada 3 lokasi daerah kering di India juga mengungkapkan bahwa besarnya transpirasi kelapa sawit berkisar antara 2,0 - 5,5 mm/hari. Selanjutnya sebuah studi lysimeter yang dilakukan oleh Foong (1999) menunjukkan bahwa pada tanaman kelapa sawit dewasa, transpirasi yang terjadi rata-rata sebesar 5 – 5,5 mm/hari tergantung cuaca dan evapotranspirasi dapat mencapai 10 mm/hari pada kondisi kekeringan yang intens saat kejadian El-nino pada tahun 1997.

Berdasarkan ulasan yang dilakukan oleh Carr (2011) terhadap beberapa penelitian tentang besarnya evapotranspirasi pada tanaman kelapa sawit, evapotranspirasi selama musim basah berkisar antara 3,5 – 5,5 mm/hari dengan rata-rata sebesar 4,1 mm/hari, dan pada musim kering evapotranspirasi berkisar sekitar 0,6 – 2,9 mm/hari dengan nilai rata-rata sebesar 1,9 mm/hari. Mahamooth *et al*. (2011) mengukur besarnya evapotranspirasi pada tiga perkebunan kelapa sawit di Malaysia dan menemukan bahwa besarnya evapotranspirasi berkisar antara 3,6–4, 6 mm/hari (Tabel 1).

Tabel 1. Keseimbangan air pada 3 perkebunan di Malaysia

Site	A	B	C
Duration of study (years)	2	4	4
Planting density (palms/ha)	148	120	148
Palm age (years at start of study)	17	13	18
Available water capacity (mm/m)	140	123	130
Annual rainfall (mm)	2.581	1.974	2.648
Canopy interception (mm)	439	335	450
Runoff (mm)	380	300	655
Cummulative annual deficit (monthly ET>Precipitation)	0	179	166
Evapotranspiration (mm/day)	4.6	3.6	3.9
Crop factor (ET/ETo)	1.2	0.95	1.2

Source: Mahamooth et al. (2011)

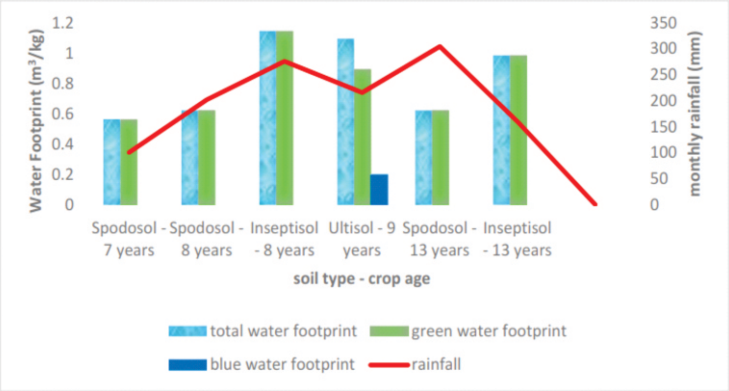
Lebih lanjut, Niu *et al*. (2015) dengan menggunakan metode *sap flux* memperoleh nilai transpirasi kelapa sawit di daerah Jambi, Indonesia, dengan nilai yang lebih kecil yaitu sebesar 1,1 mm/hari. Dari beberapa penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai evapotranspirasi aktual tanaman kelapa sawit sangat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan termasuk iklim dan jenis tanah, kerapatan tanaman, umur tanaman, dan metode penelitian yang digunakan.

Pada saat melakukan fotosintesis tanaman akan menangkap karbondioksida dari atmosfer dengan cara membuka stomata, sebagai konsekuensi terbukanya stomata tersebut maka tanaman akan mengeluarkan air ke atmosfer melalui proses transpirasi. Corley dan Tinker (2015) menyatakan bahwa hanya sebagian kecil dari sejumlah air yang diserap oleh tanaman (<5%) yang akan dipertahankan oleh tanaman di dalam jaringan *xylem*, sementara sebagian besar air akan hilang menguap melalui stomata. Lincoln and Zeiger (2010), juga menyatakan bahwa diperlukan sekitar 500 gram air yang diserap tanaman dari dalam tanah melalui akar, ditransportasikan lewat batang, dan ditranspirasikan ke atmosfer untuk setiap gram senyawa organik yang diproduksi oleh tanaman. Sementara itu Meijide *et al*. (2017) melaporkan bahwa tanaman kelapa sawit menggunakan sekitar 1 kg air untuk membentuk 2,8–3,3 gram karbon. Walaupun kebutuhan air tanaman kelapa sawit cukup besar, sekitar 1.4476 - 1.674 mm/tahun (Tabel 2), namun menurut Safitri et al. (2019) sebagian besar air yang diserap kelapa sawit adalah *green water* yaitu air yang bersumber dari hujan dimana sekitar 82% sampai 100% dari total kebutuhan air tanaman diserap oleh akar yang berada pada lapisan tanah bagian atas pada kedalaman sekitar 50 cm (Gambar 5).

Tabel 2. Kebutuhan air tanaman kelapa sawit dan beberapa jenis tanaman lainnya.

Jenis Tanaman	Kebutuhan Air		
	mm/hari	mm/bulan	mm/tahun
Kelapa sawit	4,10 – 4,65	123–139,5	1.476–1.674
Kakao	2,22 – 3,33	66,6–99,9	800–1.20
Kopi	2,22 – 3,33	66,6–99,9	800–1.200
Tebu	2,77 – 4,16	83,1–124,8	1.000–1.500
Padi	4,16 – 7,91	124–237,3	1.500–2.850**
Jagung	3,33 – 6,25	99,9–188,7	1.200–2.250**
Kedelai	3,75 – 6,87	112,5–206,1	1.350–2.475**

***) tiga musim tanam; (Sumber: Hidayat et al., 2013)*



Gambar 5. *Water footprint* tanaman kelapa sawit (m^3/kg FFB) pada beberapa jenis tanah dan umur tanaman (*Sumber: Safitri et al., 2019*)

RESPON DAN DAMPAK CEKAMAN KEKERINGAN PADA TANAMAN KELAPA SAWIT

Respon tanaman terhadap cekaman kekeringan

Ketika evapotranspirasi lebih tinggi dibanding dengan curah hujan, maka kandungan air tanah akan menurun dan mungkin akan mencapai pada titik dimana tanaman tidak dapat lagi menyerap air dari dalam tanah. Pada kondisi ini, tanaman akan mulai mengalami *stress* air, potensial air tanaman akan menurun, dan tanaman mengalami cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan merupakan suatu istilah untuk menyatakan bahwa tanaman mengalami kekurangan air akibat keterbatasan ketersediaan air di dalam tanah. Cekaman kekeringan dapat terjadi akibat kurangnya suplai air di daerah perakaran sementara kebutuhan air akibat laju evapotranspirasi tinggi. Dengan kata lain, cekaman kekeringan pada tanaman mengindikasikan bahwa tanah telah mengalami defisit air yaitu suatu kondisi dimana air di dalam tanah sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan air tanaman.

Kekeringan menyebabkan penurunan suplai air ke dalam jaringan tanaman sehingga tanaman cenderung menghemat air dengan cara meminimalkan transpirasi agar tanaman tetap dapat melakukan fungsi metabolismenya secara minimal dalam kondisi tercekam. Respon tanaman terhadap cekaman kekeringan akan diawali oreh respon biokemis, selanjutnya akan mempengaruhi fisiologis tanaman dan akhirnya akan berdampak pada perubahan morfologi tanaman. Respon biokimia pertama tanaman saat terdampak cekaman kekeringan ialah meningkatnya sintesis asam absisat (ABA) yang dapat mempercepat penuaan dan pengguguran daun (Sujinah dan jamil, 2016). Pada saat kekeringan, ABA yang disintesa di dalam akar dipindahkan menuju daun untuk mengatur proses fisiologi dengan menghambat kehilangan air melalui penutupan stomata untuk mengurangi laju transpirasi. Hal tersebut diduga menjadi alasan mengapa tanaman kelapa sawit yang mengalami cekaman kekeringan akan memunculkan daun tombak untuk mengurangi aktivitas stomata.

Konduktansi stomata memiliki hubungan positif dengan laju transpirasi dimana penurunan konduktansi stomata diikuti oleh penurunan laju transpirasi (Putra *et al*., 2015). Penurunan fiksasi karbon dan transpirasi akan menyebabkan penurunan laju fotosintesis (Akram *et al*., 2013; Mafakheri *et al*., 2010) yang pada akhirnya mengurangi komponen pertumbuhan (tinggi tanaman, lingkar batang, jumlah daun, panjang akar) dan akumulasi biomassa dan produksi tanaman (Farooq *et al*., 2009). Suresh *et al*. (2010) melalui penelitiannya pada bibit kelapa sawit menunjukkan bahwa stomata tertutup dan fotosintesis terhenti setelah 24 jam tanpa penyiraman. Namun, stomata akan kembali terbuka dan fotosintesis kembali berjalan ketika bibit kelapa sawit di siram kembali.

Dampak Cekaman Kekeringan Pada Tanaman Kelapa Sawit

Dampak kekeringan pada tanaman kelapa sawit berbeda-beda tergantung tingkat kekeringan yang terjadi dan fase perkembangan pertumbuhan kelapa sawit tersebut. Darmosarkoro *et al*. (2001) melaporkan bahwa cekaman kekeringan akibat curah hujan yang rendah atau musim kemarau, pada kelapa sawit mulai terjadi jika memenuhi minimum salah satu dari beberapa kriteria berikut: 1) curah hujan (CH) < 1250 mm/tahun, 2) defisit air ≥ 200 mm, 3) bulan kering (CH ≤ 60 mm/bulan) ≥ 3 bulan berturut-turut, dan 4) hari tidak hujan terpanjang (dry spell) ≥ 20 hari.

Kejadian defisit air tidak hanya tergantung curah hujan, tetapi juga dipengaruhi jenis tanah. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, struktur dan tekstur tanah sangat mempengaruhi kemampuan tanah dalam menahan dan menyediakan air bagi tanaman. Amooh dan Bonsu (2015) melaporkan bahwa tekstur tanah sangat mempengaruhi tingkat kelembaban tanah, dimana kelembaban pada tanah dengan tekstur kasar lebih mudah menurun dibanding tanah dengan tekstur halus terutama ketika kebutuhan air tanaman untuk melakukan evapotranspirasi lebih tinggi dari kandungan air yang ada di dalam tanah.

Defisit air dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman kelapa sawit. Pada fase vegetatif, dampak kekeringan menyebabkan tidak terbukanya daun muda (daun tombak) yang terakumulasi, patah (sengkleh) pada pelepah yang tua, hingga patahnya pupus atau bakal daun (Gambar 6). Pada perkembangan generatif, kekeringan menyebabkan pembungaan tidak normal, aborsi embrio, dan perkembangan biji dan buah tidak normal (Hidayat *et al*., 2013). Cekaman kekeringan dapat menyebabkan laju produksi pelepah daun menurun, penurunan *sex ratio* yang ditandai dengan

kemunculan bunga jantan yang lebih banyak, jumlah tandan buah menurun, aborsi bunga meningkat, penurunan rendemen, dan terganggunya jadwal panen.

Gambar 6. Dampak cekaman kekeringan pada vegetatif tanaman kelapa sawit, akumulasi daun tombak (kiri) dan terjadinya patah pelepah (sengkleh)

Tabel 3. Kriteria defisit air dan dampaknya pada tanaman kelapa sawit

Stadia	Defisit air (mm/tahun)	Dampak pada pertumbuhan vegetatif	Penurunan produksi (%)
Pertama	< 200	Belum terlalu berpengaruh	0 - 10
Kedua	200 - 300	Pada TBM dan TM, sebanyak 3 - 4 daun muda terakumulasi dan tidak membuka; Pada TM, sebanyak 1 - 4 pelepah tua sengkleh	10 - 20
Ketiga	300 - 400	Pada TBM dan TM, sebanyak 4 - 5 daun muda tidak membuka; Pada TM, sebanyak 8 - 12 pelepah tua sengkleh dan mengering	20 - 30
Keempat	400 - 500	Pada TBM dan TM, sebanyak 4 - 5 daun muda tidak membuka; Pada TM, sebanyak 12 - 16 pelepah tua sengkleh dan mengering	30 - 40
Kelima	> 500	Pada TBM dan TM, daun muda dan tua seperti stadia 4; Pada TBM dan TM pupus bengkok dan dapat patah	> 40

Sumber: Siregar et al. (1995)

Siregar *et al*. (1995) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa kekeringan akan memberikan dampak terhadap pertumbuhan vegetatif dan generatif kelapa sawit, dampaknya tergantung pada tingkat kekeringan yang terjadi (Tabel 3).

Darlan *et al*. (2016) juga melaporkan bahwa pada kejadian El-nino di tahun 2015 telah berdampak terhadap pertumbuhan vegetatif berupa tidak terbukanya pelepah daun (daun tombak) dan terjadinya pelepah patah serta pada fase generatif berupa penurunan produksi tanaman antara 6-60% dibanding tahun sebelumnya tergantung pada besarnya defisit air yang terjadi dan hari terpanjang tidak hujan atau *dry spell* (Tabel 4 dan 5).

Tabel 4. Jumlah pelepah sengkleh, daun tombak, dan penurunan produktivitas kelapa sawit akibat cekaman kekeringan pada kejadian El Niño 2015

Daerah	Defisit air 2015	Jumlah daun tombak	Jumlah pelepah patah	Penurunan Produktivitas*
	mm/tahun		pelepah	%
Riau	486	1-3	2-8	14,96
Sumatera Barat	115	0-1	0-2	6,80
Jambi	426	1-4	4-14	33,79
Sumatera Selatan	507	1-4	4-14	43,98
Bengkulu	178	0-1	0-2	-
Lampung	524	3-6	4-24	60,00

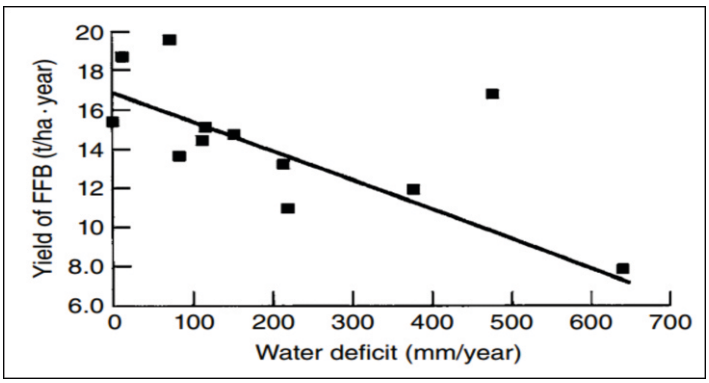
**: Produktivitas semester 1 2016 dibandingkan semester 1 2015 (sumber: Darlan et al., 2016)*

Tabel 5. Persentase penurunan produksi tandan (TBS) kelapa sawit pada Semester I, 2016 (sesudah peristiwa El Nino pada Semester II, 2015) dibandingkan dengan produksi TBS pada Semester I, 2015

Umur Tanaman (tahun)	Banyaknya hari terpanjang tidak hujan - dry spell (hari/tahun)			
	21-40	**41-60**	**61-80**	**81-100**
	Penurunan Produksi (%)			
3 - 4	1 – 61	19-100	43-100	60-100
5 – 15	1 – 10	8-23	18-33	25-37
16 - 25	1 – 10	8-26	19-63	26-40

Ket: Asumsi, tidak terjadi kekeringan pada 2 – 3 tahun sebelumnya; angka 100% berarti panen tertunda (Sumber: Darlan et al., 2016)

Lebih lanjut Caliman dan Southworth (1998) menyatakan bahwa setiap terjadi defisit air sebesar 100 mm/tahun yang terjadi selama 3 tahun sebelum waktu panen akan menurunkan potensi produksi sebesar 10% (Gambar 7).



Gambar 7. Hubungan antara produksi tanaman kelapa sawit dengan defisit air tahunan (*Sumber: Caliman dan Southworth, 1998*)

UPAYA MEMINIMALISIR CEKAMAN KEKERINGAN PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Untuk meminimalisir efek negatif kekeringan pada tanaman kelapa sawit dapat dilakukan beberapa langkah teknis salah satunya adalah melakukan aplikasi bahan organik berupa tandan kosong kelapa sawit di perkebunan kelapa sawit secara rutin. Tanah dengan kandungan bahan organik yang tinggi akan memiliki kemampuan menahan air yang tinggi juga, sehingga tanaman kelapa sawit pada lahan perkebunan dengan kandungan bahan organik tanah yang tinggi akan relatif lebih aman dari kejadian cekaman kekeringan. Aplikasi bahan organik tersebut diprioritaskan pada areal-areal dengan jenis tanah dengan kandungan pasir dan *clay* yang tinggi. Selain itu, tanaman penutup tanah (*cover crops*) baik pada areal TBM maupun TM agar tetap dipelihara. Tanaman penutup tanah, selain berfungsi untuk menjaga kelembaban tanah juga berfungsi untuk mencegah kerusakan tanah akibat erosi dan tumbukan air hujan (Pradiko *et al*., 2014). Oleh karenanya, pengendalian gulma harus dilakukan secara selektif dan mengindari pengendalian gulma secara menyeluruh (*blanket*).

Upaya lain yang dapat dilakukan adalah dengan membangun bangunan konservasi tanah dan air seperti rorak dan guludan. Hasil penelitian Murtilaksono *et al*. (2011) memperlihatkan bahwa perlakuan rorak dan guludan bermulsa vertikal (biopori) dapat meningkatkan cadangan air dalam tanah sebesar 134–141 mm dan 165–201 mm. Selain itu, jika memungkinkan dapat dilakukan pembangunan embung/waduk kecil di sekitar perkebunan kelapa sawit. Ketika terjadi kekeringan, sebaiknya kegiatan pemupukan dihentikan, karena pemupukan akan menjadi tidak efektif. Pada pelepah yang sengkleh, sebaiknya pemotongan pelepah dilakukan pada pelepah yang sudah kering saja, sementara pelepah yang masih hijau sebaiknya ditinggalkan. Hal ini untuk mencegah tanaman semakin *stress* karena kekurangan jumlah pelepah. Perlu juga disadari bahwa ada potensi dampak ikutan dari kejadian kekeringan atau kemarau, yaitu bahaya kebakaran dan serangan hama khususnya hama ulat pemakan daun. Untuk itu tim pencegah kebakaran dan tim monitoring hama agar melakukan tugasnya lebih intensif untuk mencegah terjadinya dampak ikutan tersebut.

PENUTUP

Ketersediaan air merupakan faktor yang sangat penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit. Walaupun Indonesia merupakan negara tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi, namun pada kenyataannya *stress* air pada tanaman kelapa sawit masih sering terjadi di beberapa daerah dan pada periode tertentu, dan hal ini kerap kali menjadi faktor pembatas penting terhadap pencapaian produksi tanaman kelapa sawit. Selain dipengaruhi oleh iklim, terutama curah hujan sebagai sumber utama air di perkebunan kelapa sawit, terjadinya defisit air juga melibatkan jenis

tanah dimana tanaman kelapa sawit dibudidayakan. Setiap jenis tanah memiliki pengaruh yang berbeda terhadap dinamika air di dalam tanah. Oleh karenanya, dengan memahami bagaimana sifat-sifat tanah mempengaruhi dinamika air di dalam tanah akan sangat membantu untuk meminimalisir pengaruh cekaman kekeringan pada tanaman kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

Abdul Khalil, H. P. S., Md. S. Hossain, E. Rosamah, N.A. Azli, N. Saddon, Y. Davoudpoura, Md. N. Islam, and R. Dungani. 2015. The role of soil properties and it's interaction towards quality plant fiber: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 43: 1006–1015.

Akram, H. M., A. Ali, A. Sattar, H.S.U. Rehman, and A. Bibi. 2013. Impact of water deficit stress on various physiological and agronomic traits of three basmati rice oryza sativa L. cultivar. The Journal Animal and Sciences. 23(5):1415-1423.

Amooh, M.K., and M. Bonsu. 2015. Effect of soil texture and organic matter on evaporative loss of soil moisture. JOGAE. 3(3): 152-161.

Arif, S., K.J. Goh, and C.H. Teo. 2003. Temporal soil moisture contents on hilly slope under oil palm as influenced by soil conservation practices. In: Eusof, Z., Fauziah, C.I., Zakaria, Z.Z., Goh, K.J., Malik, Z., Abdullah, R. (Eds.), Proceedings of the Malaysian Society of Soil Science Conference. Malaysian Soil Science Society, Serdang. 133–141.

Caliman, J.P., and A. Southworth. 1998. Effect of drought and haze on the performance of oil palm. In: Proc. 1998 Int. Oil Palm Conf. Commodity of the past, today and the future (Ed. by A. Jatmika et al.). Indonesian Oil Palm Research Institute, Medan. 250−274.

Carr M.K.V. 2011. The water relations and irrigation requirements of oil palm (Elaeis guineensis): a review. Exp. Agric. 47: 629−652.

Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2015. The Oil Palm 5th edition. Blackwell Science Ltd.

Darlan, N.H., I. Pradiko, Winarna dan H.H. Siregar. 2016. Dampak *el nino* 2015 terhadap performa tanaman kelapa sawit di Sumatera bagian tengah dan selatan. Jurnal Tanah dan Iklim. 40(2): 113-120.

Darmosarkoro, W., I.Y. Harahap, dan E. Syamsuddin. 2001. Pengaruh kekeringan pada tanaman kelapa sawit dan upaya penanggulangannya. Warta PPKS. 9(3): 83-96.

Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia. 2019. Statistik Perkebunan Indonesia, komoditas kelapa sawit 2017-2019. Kementerian Pertanian Indonesia.

Farooq, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita, and S. M. A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agron. Sustain. Dev. 29: 185–212.

Foong S.F. 1999. Impact of moisture on potential evapotranspiration, growth and yield of oil palm. In: Preprints, 1999 PORIM Int. Palm Oil Conf., pp. 64–86, Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. [3.2.5]

Goh K.J. 2000. Climatic requirements of the oil palm for high yields. In: Managing oil palm for high yields: agronomic principles (Ed. by K.J. Goh), pp. 1−17, Malaysian Society of Soil Science and Param Agricultural Surveys, Kuala Lumpur.

Hidayat, T.C., I.Y. Harahap, Y. Pangaribuan, S. Rahutomo, W.A. Harsanto, dan W.R. Fauzi. 2013. Air dan kelapa sawit. Buku Seri Populer Kelapa Sawit No.12. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.

Hopkins, W. G. and P.A.H. Norman. 2009. Introduction to Plant Physiology4theds. The University of Western Ontario. John Wiley

and Sons, Inc. USA.

Jones, H.G. 2014. Plants and Microclimate: A quantitative approach to environmental plant physiology 3rd eds. TJ International Ltd. Cambridge University Press.

Kallarackal, J., P. Jeyakumar, and S.J. George. 2004. Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in Peninsular India. Journal of Oil Palm Research. 16 (1): 45-53.

Kim, K.H., E. Kabir., and S.A. Jahan. 2017. Exposure to pesticides and the associated human health effects. Science of the Total Environment. 575: 525-535.

Kuncoro, P.H., K. Kog, N. Satta, and Y. Muto. 2014. A study on the effect of compaction on transport properties of soil gas and water. I: Relative gas diffusivity, air permeability, and saturated hydraulic conductivity. Soil Tillage Res.143:172–9.

Lincoln, T. and E. Zeiger. 2010. Plant Physiology 5th edition. Sinauer Associates, Inc.

Mafakheri, A., A. Siosemardeh., B. Bahramnejad., P.C. Struik., and Y. Sohrabi. 2010. Effect of drought stress on yield, proline, and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. Australian Journal of Crop Science. 4: 580-585.

Martin, S., S. Mooney, M. Dickinson, and H. West. 2012. Soil structural responses to alterations in soil microbiota induced by the dilution method and mycorrhizal fungal inoculation. Pedobiologia- International J. Soil Bio. 55: 271-281.

Mahamooth, T.N., H.H. Gan., K.K. Kee., and K.J. Goh. 2011. Water requirements and cycling of oil palm. In: Agronomic principles and practices of oil palm cultivation (Ed. by K.J. Goh, S.B. Chiu & S. Paramananthan), pp. 89−144, Agricultural Crop Trust, Petaling Jaya.

Meijidie, A., A. Roll, Y. Fan, M. Herbst, F. Niu, F. Tiedemann, T. June, A. Rauf, D. Holscher, and A. Knohl. 2017. Control of water and energy fluxes in oil palm plantations: Enviromental variables and Oil palm age. Agricultural and forest meteorolog. 239: 71-85.

Murtilaksono, K., W. Darmosarkoro, E.S. Sutarta, H.H. Siregar, Y. Hidayat, and M.A.Yusuf. 2011. Feasibility of Soil and Water Conservation Techniques on Oil Palm Plantation. Journal of Agricultural Science. 33(1).

Nelson, P.N., M.J. Webb., M. Banabas., S. Nake., I. Goodrick ., J. Gordon., D. O'Grady., and B. Dubos. 2014. Methods to account for tree−scale variability in soil and plant−related parameters in oil palm plantations. Plant Soil. 374: 459−471.

Niu, F., A. Roll, A. Hardanto, A. Meijide, M. Kohler, Hendrayanto, and D. Holcher. 2015. Oil palm water use: calibration of sap flux method and field measurement scheme. Tree Physiology 00, 1-11. Doi: 10.1093/treephys/tpv013.

O'Geen, A. T. 2012. Soil water dynamics. Nature Education Knowledge. 3(6):12.

Pan, R., A. da Silva Martinez, T. S. Brito, and E.P. Seidel. 2018. Processes of soil infiltration and water retention and strategies to increase their capacity. Journal of Experimental Agriculture International. 20(2): 1-14, 2018; Article no. JEAI. 39132. DOI: 10.9734/JEAI/2018/39132.

Putra E.T.S., Issukindarsyah, Taryono, and B.H. Purwanto. 2015. Physiological responses of oil palm seedlings to the drought stress using boron and silicon applications. Journal of Agronomy. 2015: 1-13.

Pradiko, I., N.H. Darlan, dan H. Santoso. 2014. Teknik konservasi tanah dan air di perkebunan kelapa sawit dalam menghadapi perubahan iklim. Prosiding Seminar Nasional Milad FP UISU, 13

November 2014. Medan, Indonesia. ISBN : 978-602-72871-0-5.

Rabot, E., M. Wiesmier, S. Schlüter, and H.-J. Vogel. 2018. Soil structure as an indicator of soil functions: A review. Geoderma. 314: 122–137. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.11.009

Safitri, L., H. Hermantoro, S. Purboseno, V. Kautsar, S.K. Saptomo, and A. Kurniawan. 2019. Water footprint and crop water usage of oil palm (Elaeis guineensis) in Central Kalimantan: Environmental sustainability indicators for different crop age and soil condition. Water. 11,35; www.mdpi.com/journal/water; doi:10.3390/w11010035.

Silva, N.F., F.N. Cunha, F.R.C. Filho, W.A. Morais, E.S. Cunha, R.C. Roque. 2017. Methods for estimating the infiltration of water in a latosol under no-tillage and conventional tillage Global Science and technology, Rio Verde. 101:169-176.

Siregar, H.H., A. Purba, E. Syamsuddin, dan Z. Poeloengan. 1995. Penanggulangan kekeringan pada tanaman kelapa sawit. Warta PPKS. 3(1) : 9-13.

Sujinah dan Jamil. 2016. Mekanisme respon tanaman padi terhadap cekaman kekeringan dan varietas toleran. Iptek Tanaman Pangan. 11(1). Badan Litbang Pertanian Kementrian Pertanian Indonesia.

Suresh, K., C. Nagamani, K. Ramachandrudu, dan R.K. Mathur. 2010. Gas-exchange characteristics, leaf water potential and chlorophyll a fluorescence in oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) seedlings under water stress and recovery. Photosynthetica. 48: 430-436.

Squire, G.R. 1984. Techniques in environmental physiology of oil palm: partitioning of rainfall above ground. Palm Oil Res. Inst. Malays. Bull. 9: 1-9.

Villamizar, M.L. and C.D. Brown. 2017. A modelling framework to simulate river flow and pesticide loss via preferential flow at the catchment scale. Catena. 149: 120-130.

PEROLEHAN RENDEMEN CPO DAN KERNEL DARI 7 PABRIK KELAPA SAWIT DENGAN ASAL BUAH BERBEDA (Studi Kasus di Propinsi Jambi)

Hasrul Abdi Hasibuan

ABSTRAK

Rendemen *crude palm oil* (CPO) dan kernel merupakan parameter keberhasilan pengolahan tandan buah segar (TBS) di pabrik kelapa sawit (PKS). Parameter tersebut dipengaruhi oleh kualitas bahan baku dari kebun dan pengolahannya di PKS. Untuk itu, perolehan rendemen perlu dikaji untuk mengetahui performa dari PKS. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji perolehan rendemen di PKS dengan asal buah yang berbeda. Kajian ini dilakukan di 7 PKS yang mengolah buah dari asal buah berbeda yang terletak di 5 Kabupaten di Propinsi. Hasil kajian menunjukkan bahwa rerata jumlah TBS yang diolah oleh ketujuh PKS sebanyak 187.658.703 kg/tahun atau 15.638.225 kg/bulan yang dipasok dari kebun inti 49,4% dan pihak luar (petani) 50,6%. Rerata rendemen CPO dan PKO ketujuh PKS masing-masing sebesar 20,27% (17,80-22,36%) dan 4,94% (4,02-5,38%). Bervariasinya rendemen yang diperoleh di setiap PKS disebabkan oleh kualitas buah berbeda (varietas dan tingkat kematangan) dari pemasok buah yang berbeda pula.

Kata kunci: rendemen CPO dan kernal, pabrik kelapa sawit, tandan buah segar

PENDAHULUAN

Hingga tahun 2014, terdapat 748 unit Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang tersebar di 22 provinsi di Indonesia dengan total kapasitas terpasang 35.592 ton TBS/jam (Anonim, 2015). Namun demikian, jumlah ini relatif kurang dikarenakan bertambahnya daerah pengembangan baru perkebunan kelapa sawit rakyat. Umumnya, PKS dikelola oleh perusahaan besar baik negara maupun swasta sementara itu, Nasution *et al*. (2015) melaporkan bahwa baru 1 PKS milik sekumpulan petani/rakyat di Propinsi Kalimantan Selatan yang beroperasi sampai saat ini. Padahal, proporsi areal lahan petani/rakyat sebesar 42% dari total luasan perkebunan kelapa sawit di Indonesia (11,45 juta ha) (Ditjenbun, 2015).

Tandan buah segar (TBS) dari kebun inti, petani plasma maupun swadaya diolah di PKS untuk menghasilkan crude palm oil (CPO) dan kernel. Keberhasilan PKS dalam mengolah TBS ditentukan dengan capaian rendemen CPO dan kernel tinggi serta mutunya memenuhi standar namun beberapa diantaranya masih mengutamakan rendemen. Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) memiliki visi rendemen CPO yaitu sebesar 26% (GAPKI, 2011) sementara Malaysia sebesar 23% pada tahun 2020 (http://etp.pemandu.gov.my/Progress_Update-@-Increasing_Oil_Extraction_Rate.aspx.).

Target GAPKI ini bukanlah eforia belaka karena nilai tersebut dapat dicapai melalui pengelolaan perkebunan yang standar dengan menggunakan benih unggul (Siahaan dan Hasibuan, 2011). Hal ini didukung oleh bahan tanaman unggul yang dihasilkan oleh produsen benih seperti Pusat Penelitian Kelapa Sawit memiliki potensi rendemen mencapai 26% (Hasibuan dan Nuryanto, 2015). Di samping itu pula, beberapa PKS di perusahaan swasta sudah ada yang mendekati target GAPKI.

Rendemen CPO dan kernel dipengaruhi oleh pengolahan buah di kebun dan PKS. Faktor kebun diantaranya adalah produktivitas buah dan kadar minyak yang tergantung pada jumlah TBS dan kualitas TBS meliputi rasio mesokarp per buah, biji dan kernel per buah (Okoye *et al*., 2009). Hal ini berkaitan dengan varietas tanaman, serangga penyerbuk kelapa sawit, tingkat kematangan buah, umur tanaman, kultur teknis, iklim dan lingkungan dan pengangkutan TBS ke pabrik. Faktor pabrik adalah terkait dengan penekanan losis di setiap tahapan proses di PKS (Hasibuan dan

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

Hasrul Abdi Hasibuan (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Email: hasibuan_abdi@yahoo.com

Nuryanto, 2015). Adzmi *et al*. (2012) menambahkan bahwa ekstraksi CPO yang maksimal dapat meningkatkan rendemen melalui peningkatan efisiensi ekstraksi dengan meminimalisasi losis minyak. Hal yang dapat dilakukan adalah optimalisasi waktu dan temperatur di sterilisasi dan digester serta tekanan di stasiun *press*-an (Owolarafe *et al*., 2008; Jusoh *et al*., 2013; Adetola *et al*., 2014). Bahkan, untuk meningkatkan efisiensi proses, beberapa PKS melakukan modernisasi peralatan proses salah satunya adalah sterilisasi (Sivasothy *et al*., 2005 dan Nasution *et al*., 2011).

Data Rendemen CPO dan kernel yang dihasilkan oleh PKS di Indonesia belum banyak dilaporkan ke masyarakat luas. Padahal, data ini sangat diperlukan untuk mengukur performa industri perkebunan kelapa sawit secara nasional. Terlebih lagi data ini dibutuhkan dalam kerjasama dengan *smallholder*/petani terkait dengan kelayakan harga TBS petani yang diberikan oleh perusahaan. Sementara itu, Malaysia sebagai negara produsen CPO terbesar kedua setelah Indonesia, setiap tahunnya melaporkan data rendemen yang dihasilkan oleh PKS se-Malaysia seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data rendemen CPO dan kernel di Malaysia 2008-2016

Tahun	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*	Rerata
Rend. CPO (%)	20,08	20,17	20,47	20,49	20,35	20,25	20,61	20,33	20,21	20,33
Rend. Kernel (%)	5,24	5,22	5,28	5,18	5,14	5,13	5,12	5,03	5,11	5,16

Keterangan: * data per April 2016
Sumber: Data diolah dari website Malaysian Palm Oil Board (MPOB, 2015 & 2016)

Pengumpulan data rendemen CPO dan kernel dari PKS di Indonesia sangat sulit dilakukan karena jumlahnya yang banyak dan letaknya berjauhan selain itu, beberapa perusahaan tidak terbuka dalam hal ini. Meskipun demikian, kajian ini perlu dilakukan untuk mengetahui gambaran performa PKS terkait dengan rendemen. Sebagai studi kasus, kajian ini dilakukan di Propinsi Jambi yang merupakan salah satu daerah sentra perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Berdasarkan data Dinas Perkebunan Propinsi Jambi (2016) bahwa PKS yang terdapat di Jambi sebanyak 52 unit yang dikelola oleh 43 perusahaan dengan kapasitas terpasang dan terpakai masing-masing adalah 2407 dan 2224,45 ton TBS/jam.

BAHAN DAN METODE

Kajian ini dilakukan dengan mengumpulkan data tandan buah segar yang diolah, rendemen CPO dan kernel tahun 2015 dari 7 Pabrik Kelapa Sawit (PKS) di propinsi Jambi. Ketujuh PKS tersebut berbeda perusahaan yang terletak di Kabupaten Sarolangun (2 PKS), Tebo (2 PKS), Bungo (1 PKS), Merangin (1 PKS) dan Muaro Jambi (1 PKS). Pengambilan data juga dilakukan secara observasi dan wawancara dengan manajer PKS terkait asal dan varietas TBS, kondisi lahan dan umur tanaman di kebun inti, plasma dan swadaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi dari ketujuh PKS diperoleh bahwa PKS 2 dan PKS 5 merupakan pabrik tanpa kebun yang memperoleh buah dari petani swadaya. Kedua PKS ini juga belum memenuhi kewajiban untuk membangun kebun mitra (20%). Padahal, Pemerintah melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 26/Permentan/OT. 140/2/2007 telah mengatur kewajiban perusahaan untuk melaksanakan pola kemitraan dengan membangun kebun masyarakat paling sedikit seluas 20% dari luas areal kebun yang diusahakan oleh perusahaan (Agustira et al., 2012). Sementara itu, PKS lainnya telah terpenuhi kemitraannya dan memperoleh buah dari kebun inti + plasma dan petani

swadaya dengan persentasi ditunjukkan pada Tabel 2. Rerata jumlah TBS yang diolah sebanyak 187.658.703 kg/tahun atau 15.638.225 kg/bulan (7.509.990-24.158.425 kg/bulan).

Tabel 2 menunjukkan bahwa PKS 6 merupakan pabrik yang menghasilkan rendemen tertinggi meskipun mengolah buah dari kebun pihak luar relatif lebih tinggi dibandingkan PKS 3. Hal ini disebabkan oleh buah luar di PKS 6 berasal dari petani yang sebagian besar telah menggunakan benih unggul yang sering memperoleh pembinaan dari perusahaan dan petugas penyuluh dari Dinas Perkebunan. PKS 4 merupakan pabrik yang menerima buah pihak luar paling sedikit namun rendemennya hanya 19,95%. Hal ini disebabkan oleh sebagian besar kebun inti dan plasmanya merupakan lahan gambut. TBS dari lahan gambut memiliki rendemen relatif lebih rendah dibandingkan lahan mineral karena buah mengandung air relatif tinggi (Hasibuan dan Nuryanto, 2015).

PKS 5 dan PKS 2 merupakan pabrik yang menghasilkan rendemen CPO terendah yaitu sebesar 17,80% dan 18,66% sama halnya dengan perolehan rendemen kernel yaitu < 4,5%. Hal ini disebabkan oleh kedua PKS ini mengolah 100% buah petani swadaya yang sebagian besar menggunakan bibit tidak jelas/asalan. Bibit yang tidak jelas mengandung varietas Dura dan Tenera. Buah Dura memiliki mesokarp tipis sementara bijinya mengandung cangkang yang tebal sebaliknya pada Tenera (Lubis, 2008). Data ini juga membuktikan bahwa sebagian besar rendemen TBS dari petani swadaya relatif rendah. Sebagai pembanding, Nuryanto *et al*. (2011) melaporkan bahwa rerata rendemen CPO dan kernel TBS petani plasma yang bermitra dengan perusahaan di Jambi berumur 3-25 tahun masing-masing sebesar 20,84 % dan 4,94 %. Sementara rerata rendemen TBS petani plasma yang berumur 10-20 tahun sebesar 21,85% dan 5,31%.

Rerata rendemen CPO ketujuh PKS sebesar 20,27% (17,80-22,72%) sementara rendemen kernel 4,94% (4,02—5,38%). Nilai ini masih jauh dari visi Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) yaitu sebesar 26%. Nilai rendemen keduanya hampir sama dengan yang dihasilkan oleh PKS di Malasyia tahun 2015 yaitu 20,33% dan 5,03% (Tabel 1). Perbedaannya adalah rendemen CPO ketujuh PKS ini memiliki variasi yang cukup lebar sedangkan di Malaysia relatif sempit (18,93-21,31%) (MPOB, 2015). Sedangkan variasi rendemen kernel ketujuh PKS relatif sama dengan data Malaysia (4,11-5,58%) (MPOB, 2015).

Ketujuh PKS menerima kualitas buah dengan variasi yang lebar meliputi persentasi pemasok buah (kebun inti, plasma dan swadaya) dan persentasi kematangan buah (mentah, matang dan lewat matang). Selain itu, sistem *grading*/sortasi yang dilakukan juga berbeda, PKS yang memiliki kebun inti + plasma melakukan *grading* buah yang cukup ketat terhadap TBS petani swadaya. Sementara PKS tanpa kebun relatif lemah dan biasanya menerima seluruh buah yang masuk untuk menjaga kestabilan pasokan. *Grading* kematangan buah juga tidak disesuaikan lagi dengan standar menurut warna buah dan jumlah berondolan namun berdasarkan warna buah dan mesokarpnya. Dengan demikian, dari Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa pemasok buah sangat mempengaruhi rendemen CPO yang akan diperoleh oleh PKS.

KESIMPULAN DAN SARAN

Rendemen CPO dan kernel yang diperoleh oleh 7 PKS di propinsi Jambi relatif berbeda dikarenakan asal buah yang berbeda. Rata-rata rendemen CPO dan kernel yang diperoleh masing-masing sebesar 20,27% dan 4,94%. Nilai tersebut masih jauh dari visi Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) yaitu 26%. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa PKS mengolah buah dari petani dan pekebun yang menggunakan tanaman kelapa sawit tidak unggul, kultur teknis yang tidak tepat dan kriteria matang panen yang tidak sesuai standar. Untuk meningkatkan perolehan rendemen agar mendekati visi GAPKI maka PKS harus meningkatkan kualitas buah dan pengolahannya. Selain itu, pekebun juga harus menggunakan bibit unggul, memperbaiki kultur teknis dan panen buah agar sesuai dengan standar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Perkebunan Provinsi Jambi dan perusahaan yang mendukung kegiatan ini sehingga dapat berjalan dengan baik.

Tabel 2. Jumlah TBS, perolehan rendemen CPO dan Kernel Tahun 2015 pada 7 PKS di Jambi

Perusahaan	Jumlah TBS Olah (kg)					Rend CPO (%)		Rend. Kernel (%)	
	kg/tahun	kg/bulan	Kisaran (kg/bulan)	% TBS Inti + Plasma	% TBS Luar	Rerata	Kisaran	Rerata	Kisaran
PKS 1	130.666.980	10.888.915	8.002.990-15.819.490	68,7	31,3	19,73	18,26-22,85	5,25	4,46-6,47
PKS 2	204.004.900	17.000.408	4.653.050-25.399.790	0,0	100,0	18,66	17,97-19,83	4,32	3,84-4,95
PKS 3	164.750.210	13.729.184	9.989.230-16.446.450	73,8	26,2	22,36	20,77-23,92	5,36	4,27-6,47
PKS 4	271.781.500	22.648.458	19.221.520-27.406.010	95,4	4,6	19,95	19,00-20,65	5,23	4,79-5,58
PKS 5	162.386.340	13.532.195	8.616.680-17.427.890	0,0	100,0	17,80	15,63-19,53	4,02	2,97-4,45
PKS 6	289.901.110	24.158.425	18.355.800-28.869.990	49,6	50,4	22,72	22,09-23,25	4,99	4,81-5,24
PKS 7	90.119.881	7.509.990	5.425.133-10.032.868	58,0	42,0	20,67	19,32-22,08	5,38	4,84-6,01
Rerata	187.658.703		15.638.225	49,4	50,6		20,27		4,94

DAFTAR PUSTAKA

Adetola, O.A., J.O. Olajide and A.P. Olalusi. 2014. Effect of Processing Conditions on Yield of Screw Press Expressed Palm Oil. Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS). 5(4): 243-247.

Adzmi, H. M.N. Hayatoi, A.R. Zulkifli, M.H. Rohaya, A. Hasliyati and S. Mazlina. 2012. Improving Mill Oil extraction Rate under the Malaysian National Key Economic Area. Palm Oil Engineering Bulletin. 103: 32-47.

Agustira, M.A., R. Amalia dan T. Wahyono. 2012. Program Kemitraan Kebun Kelapa Sawit Rakyat (KKSR) sebagai Alternatif pola Pengembangan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. 20(2): 79-92.

Anonim. 2015. Data Statistik Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit (PKS) Indonesia. Data diolah oleh PPKS dari berbagai sumber.

Dinas Perkebunan Propinsi Jambi. 2016. Jumlah dan Kapasitas Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) di Propinsi Jambi Tahun 2016. Jambi

Ditjenbun. 2015. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kelapa Sawit 2013-2015. Direktorat Jenderal Perkebunan Kemeterian Pertanian Republik Indonesia.

GAPKI. 2011. Visi: Pencapaian 35-36. Disampaikan pada semarak 100 tahun industri kelapa sawit di Indonesia. Tiara Convention Centre, Mei 2011.

Hasibuan, H.A., dan E. Nuryanto. 2015. Pedoman Penentuan Potensi Rendemen CPO dan Kernel Buah Sawit di Kebun dan PKS. Buku Seri Populer 16. Penerbit Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.

Jusoh, J.M., N.A. Rashid and Z. Omar. 2013. Effect of Streilization Process on Deterioration of Bleachability Index (DOBI) of Crude Palm Oil (CPO) Extracted from Different Degree of Oil Palm Ripeness. International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics. 3(4): 322-327.

Lubis, A. 2008. Kelapa Sawit (Elaeis guineensis) di Indonesia. Penerbit Pusat penelitian Kelapa Sawit. Edisi 2. ISBN 978-979-8529-87-0.

MPOB. 2015. Oil Extraction Rate 2015. http://bepi.mpob.gov.my/index.php/statistics/oil-extraction-rate.html

MPOB. 2016. Oil Extraction Rate 2016. http://bepi.mpob.gov.my/index.php/statistics/oil-extraction-rate.html

Nasution, M.A., H.A. Hasibuan dan B.G. Yudanto. 2011. Komparasi Sterilizer Konvensional dan Modern. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit (PTKS) 2011. Batam, Juni 2011.

Nasution, Z.P.S., T. Wahyono, A. Kurniawan, R. Nurkhoiry, R. Amalia, A. Nugroho, E.S. Sutarta dan A.R. Purba. 2015. Kunci Sukses Koperasi Kebun Membangun PKS Secara Mandiri. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit (PTKS) 2015. Mei 2015. Yogyakarta.

Nuryanto, E., H.A. Hasibuan dan D. Siahaan. 2011. Evaluasi Potensi Rendemen CPO pada Buah Sawit Rakyat Terkait dengan Capaian Visi 26%. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit (PTKS) 2011. Juni 2011. Batam.

Okoye, M.N., C.O. Okwuagwu and M.I. Uguru. 2009. Population Improvement for Fresh Fruit Bunch Yield and Yeild Components in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq). American-Eurasian Journal of Scintefis Research. 4(2): 59-63.

Owolarafe, O.K. E.A. Taiwo and O.O. Oke. 2008. Effect of Processing Conditions on Yield and Quality of Hydraulically Expressed Palm Oil. Int. Agrophysics. 22: 349-352.

Siahaan, D., dan H.A. Hasibuan. 2011. Rendemen 26% Dapatkah Tercapai?. Sawit Media. Edisi 3/IX/2011. Hal. 23. Pusat Penelitian

Kelapa Sawit. Medan.

Sivasothy, K., R.M. Halim, and Y. Basiron. 2005. A New System For Continuous Sterilization of Oil Palm Fresh Fruit Bunches. Journal of Oil Palm Research. 17: 145- 151.

http://etp.pemandu.gov.my/Progress_Update-@-Increasing_Oil_Extraction_Rate.aspx. Diakses tanggal 26 Juli 2011.

FENOLOGI PERKEMBANGAN BUNGA DAN PRODUKSI TANDAN DELAPAN VARIETAS KELAPA SAWIT PPKS DI KEBUN BENIH ADOLINA PT PERKEBUNAN NUSANTARA IV

Sujadi

ABSTRAK

Varietas unggul merupakan salah satu kunci dalam budidaya kelapa sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) sebagai salah satu sumber benih kelapa sawit telah merilis 14 varietas unggul hingga tahun 2019. Penanaman 8 (delapan) varietas PPKS di Kebun Benih Adolina, PTPN IV pada 2010 – 2011 diharapkan menjadi etalase yang dapat memberi gambaran perkembangan vegetatif maupun generatif masing-masing varietas terutama pada karakter produksi tandan dan kandungan minyak. Delapan varietas yang ditanam adalah Avros, Dumpy, La Me, Langkat, PPKS 540, PPKS 718, Simalungun, dan Yangambi. Hasil pengamatan fenologi bunga pada delapan Varietas PPKS menunjukkan bahwa fase-fase perkembangan bunga dimulai dari munculnya daun satu, bakal bunga (bunga dompet), bunga pecah seludang, bunga reseptik/anthesis, tandan buah segari (TBS), dan tandan matang panen. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kemunculan bakal bunga pada delapan Varietas PPKS terjadi di pelepah 17 – 18. Hasil pengamatan pada 2015 hingga 2018 menunjukkan Varietas La Me mempunyai persen aborsi bunga aktual paling rendah yaitu 12,2% dan yang paling tinggi adalah Dumpy yaitu 17,4%. Varietas Simalungun mempunyai sex rasio paling tinggi yaitu 74% sedangkan Dumpy mempunyai sex rasio paling rendah yaitu 39%.

Kata kunci: fenologi, varietas, bunga, produktivitas, sex rasio

PENDAHULUAN

Pengembangan bahan tanaman kelapa sawit selama ini dilakukan melalui pemuliaan klasik yaitu *reciprocal recurrent selection* (RRS) dan *backcross* serta pendekatan kultur jaringan, molecular breeding dan rekayasa genetika. Melalui kedua pendekatan ini telah dihasilkan bahan tanaman unggul berjenis Tenera yang merupakan hasil persilangan antara Dura dan Pisifera dengan berbagai karakter vegetatif yang unik, tahan terhadap cekaman, produktivitas tinggi dan karakter minyak yang spesifik (Purba *et al*., 2009; Owolarafe *et al*., 2007; Ngalle *et al*., 2014).

Pusat Penelitian Kelapa Sawit telah merilis 14 varietas kelapa sawit pada periode 1984/1985 hingga 2019 dengan berbagai keunggulan spesifik untuk ditanam oleh petani dan pekebun kelapa sawit. Performa Varietas PPKS di lapangan belum pernah dilaporkan secara detail terutama data perkembangan bunga dan buah serta pengaruhnya terhadap produktivitas tandan buah segar (TBS) (ton/ha/tahun). Laporan yang menginformasikan performa Varietas PPKS masih sebatas produktivitas TBS dalam ton/ha/tahun. Perusahaan-perusahaan pengguna Varietas PPKS memang memiliki keterbatasan untuk melengkapi data-data tersebut karena pengamatan detail perkembangan bunga membutuhkan intensifitas waktu dan tenaga yang tidak sedikit. Pengamatan detail terhadap perkembangan bunga dan buah ini merupakan bagian dari pengamatan morfologi tanaman yang dikenal sebagai fenologi.

Fenologi sering disebut siklus hidup (*life cycles*) adalah studi mengenai respon makhluk hidup terhadap iklim dan musim yang terjadi di lingkungannya; ilmu tentang fase yang terjadi secara alami pada tumbuhan yang dipengaruhi keadaan lingkungan seperti lama penyinaran, suhu dan kelembaban udara. Fenologi juga merupakan bagian dari ilmu ekologi yang mempelajari hubungan antara pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan lingkungan (Lizawati *et al*., 2013). Pengamatan fenologi tanaman sebaiknya dilakukan selama beberapa tahun pada tanaman dan lokasi yang sama sehingga diperoleh data observasi lengkap.

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

Sujadi (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Email: su74di@gmail.com

Pengamatan terhadap siklus perkembangan bunga hingga buah bisa menjadi acuan terhadap waktu panen yang tepat (Syamsuwida, *et al*., 2014). Pemahaman akan proses perkembangan bunga dan buah juga penting bagi program pemuliaan dan aktivitas hortikultura khususnya pohon-pohon yang dimanfaatkan buahnya (Imani & Mehr-abadi, 2012). dan dibutuhkan untuk mengatasi persoalan-persoalan yang berhubungan dengan produksi buah yang rendah (Camellia, *et al*., 2012). Pengamatan fenologi biasanya dilakukan melalui pendekatan dengan pengamatan umur bunga, pembentukan buah dan waktu panen.

Pengamatan fenologi perkembangan bunga dan buah kelapa sawit masih jarang dilakukan dan makalah ini akan menyampaikan pengamatan awal perkembangan bunga dan buah pada delapan Varietas PPKS yang ditanam di Kebun Benih Adolina PT Perkebunan Nusantara IV.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan bahan tanaman di Nomor Percobaan AD14S dan AD15S tahun tanam 2010 dan 2011 di Kebun Benih Adolina PT Perkebunan Nusantara IV. Sebanyak delapan Varietas PPKS ditanam petak berbaris seluas masing-masing kurang lebih satu hektar. Delapan Varietas PPKS tersebut adalah Avros, Dumpy, La Me, Langkat, PPKS 540, PPKS 718, Simalungun dan Yangambi. Perawatan dan kultur teknis mengikuti standar perawatan PT Perkebunan Nusantara IV. Pengamatan fenologi telah dilakukan sejak 2014 hingga sekarang (kurang lebih 5 tahun). Melalui pengamatan fenologi ini diharapkan akan diperoleh gambaran detail mengenai seluruh fase perkembangan tanaman untuk masing-masing varietas mulai dari kemunculan daun, bakal bunga, perkembangan bunga, pembentukan tandan, tandan matang hingga panen tandan. Pengamatan fenologi perkembangan bunga dan buah dilakukan dengan sampel 3 pohon per varietas yang dipilih secara *purposive random sampling* dan diamati setiap 10 hari sekali. Data fenologi dientry ke dalam komputer menggunakan Aplikasi V1.7 menurut Supena dan Sujadi (2019). Perhitungan produksi TBS dilakukan sejak 2015 dengan sistem penimbangan per pohon.

HASIL PENELITIAN

Data pengamatan delapan Varietas PPKS yang meliputi jumlah bakal bunga, bunga mekar (reseptik/anthesis), persen sex rasio, jumlah pelepah dan persentase aborsi dari tahun 2015 – 2018 ditunjukkan pada Tabel 1. Jumlah bakal bunga relatif sama yaitu berkisar antara 19 – 22 buah tetapi nilai sex rasio Varietas Simalungun paling tinggi yaitu 74% sedangkan Dumpy merupakan Varietas PPKS yang mempunyai nilai sex rasio paling kecil yaitu 39%. Nilai % aborsi merupakan hasil perbandingan jumlah pelepah yang tidak membawa bunga (jantan maupun betina) terhadap jumlah total pelepah. Dengan demikian nilai persen aborsi di sini menghitung juga bunga yang aborsi sebelum pelepah kelapa sawit terbentuk sebagai daun satu (aborsi aktual).

Nilai sex rasio tinggi tidak selalu berbanding lurus dengan produktivitas tandan karena belum tentu jumlah betina yang banyak (sex rasio tinggi) dapat terserbuki dengan baik, menjadi tandan dan dapat dipanen. Bunga betina yang tidak diserbuki bunga jantan akan mengalami aborsi. Pada kondisi lingkungan tercekam maka nilai sex rasio kelapa sawit biasanya sekitar 63% dengan nilai aborsi 10%. Peluang terbentuknya bunga betina lebih besar jika bunga yang terbentuk sebelumnya adalah bunga betina dan juga sebaliknya jika bunga yang terbentuk sebelumnya adalah bunga jantan. Fase-fase perkembangan bunga betina dan buah yang diamati pada delapan Varietas PPKS yang ditanam di Kebun Benih Adolina PTPN IV ditunjukkan pada Gambar 1.

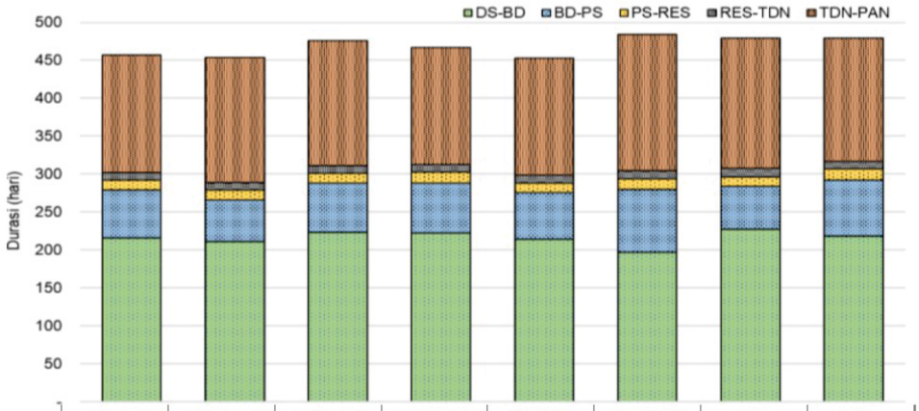
Pengamatan jarak antar fase (hari) perkembangan bunga dan buah pada delapan Varietas PPKS yang ditanam di Kebun Benih Adolina PTPN IV telah dilaporkan oleh Pradiko *et al*. (2019), seperti terlihat pada Gambar 2. Sedangkan posisi pelepah untuk masing-masing fase pada delapan Varietas PPKS yang ditanam di Kebun Benih Adolina sebagaimana tercantum pada Tabel 2. Seluruh varietas menghasilkan bunga antara pelepah ke-17 dan 18. Tandan dari Varietas PPKS 540 dapat dipanen paling cepat yaitu di pelepah 38 dan PPKS 718 dapat dipanen pada pelepah 47.

Varietas PPKS 540 dapat dipanen relatif lebih cepat (di pelepah 38) dibandingkan Simalungun (pelepah 40) dan Avros (pelepah 42) karena PPKS 540 sudah menggunakan Dura-Dura terbaik RRS (seleksi berulang timbal balik) siklus II. Demikian

Tabel 1. Data perkembangan generative (rerata) delapan Varietas PPKS yang ditanam di Kebun Benih Adolina PTPN IV

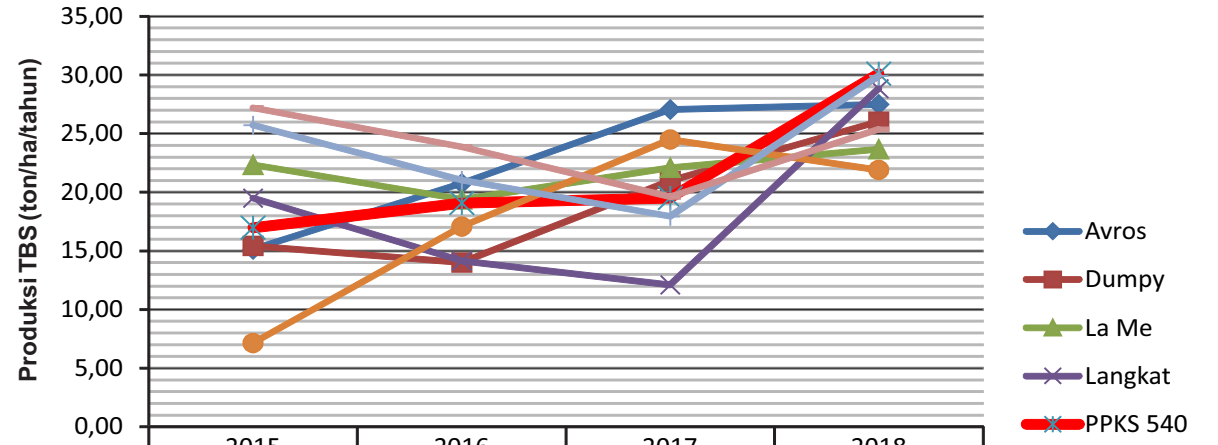
Varietas	Tahun	Jumlah bakal bunga	% Sex rasio	Jumlah pelepah produktif	% aborsi
Avros	2015	21	64	32	22
	2016	18	36	42	5
	2017	19	65	36	12
	2018	18	58	41	2
Dumpy	2015	21	30	30	22
	2016	18	16	37	8
	2017	20	34	34	6
	2018	20	55	37	7
La Me	2015	21	88	40	10
	2016	19	48	41	12
	2017	19	28	36	8
	2018	19	33	40	2
Langkat	2015	21	82	36	9
	2016	17	45	41	4
	2017	21	43	34	3
	2018	19	54	40	3
PPKS 540	2015	21	79	33	18
	2016	18	53	38	7
	2017	20	46	33	11
	2018	19	46	36	13
PPKS 718	2015	20	40	35	19
	2016	17	18	46	2
	2017	19	50	37	16
	2018	19	42	38	8
Simalungun	2015	21	85	36	6
	2016	20	71	40	2
	2017	20	69	28	15
	2018	19	46	34	18
Yangambi	2015	20	85	38	5
	2016	19	63	39	9
	2017	20	37	31	13
	2018	18	28	38	10

Gambar 1. Fase-fase perkembangan bunga dan buah delapan Varietas PPKS yang ditanam di Kebun Benih Adolina, A. fase daun 1; B. fase bakal bunga (bunga dompet); C. fase bunga betina pecah seludang; D. fase bunga betina reseptik; E. fase tandan; dan F. fase tandan matang panen.



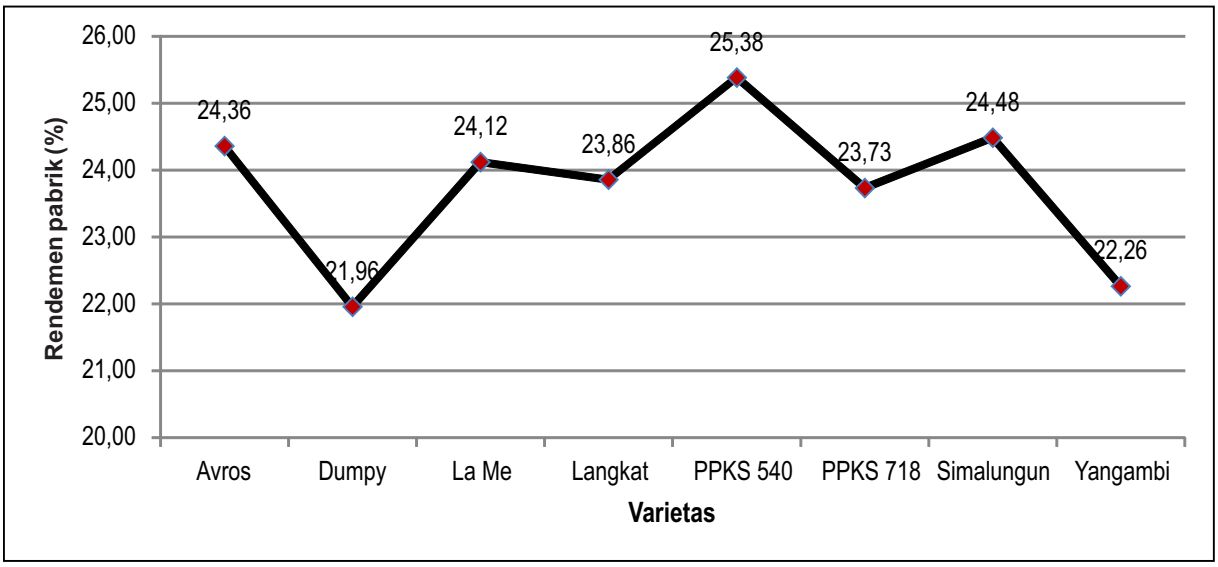
	DxP Avros	DyP Dumpy	DxP LaMe	DxP Langkat	DxP PPKS 540	DxP PPKS 718	DxP Simalungun	DxP Yangambi
TDN-PAN	155 Δ 16	165 Δ 17	165 Δ 15	154 Δ 13	154 Δ 12	180 Δ 15	172 Δ 17	162 Δ 17
RES-TDN	10 Δ 1	10 Δ 1	10 Δ 1	10 Δ 1	10 Δ 1	10 Δ 1	11 Δ 3	10 Δ 1
PS-RES	13 Δ 5	13 Δ 4	13 Δ 5	15 Δ 5	12 Δ 4	14 Δ 5	12 Δ 3	15 Δ 5
BD-PS	63 Δ 17	55 Δ 11	65 Δ 14	66 Δ 15	62 Δ 15	83 Δ 17	57 Δ 16	74 Δ 21
DS-BD	216 Δ 19	211 Δ 20	223 Δ 18	222 Δ 22	214 Δ 30	197 Δ 24	227 Δ 23	218 Δ 28

Gambar 2. Durasi perkembangan bunga dan buah delapan varietas PPKS yang ditanam di Kebun Benih Adolina PTPN IV (Pradiko *et al.*, 2019)



	2015	2016	2017	2018
Avros	15,13	20,74	27,05	27,48
Dumpy	15,44	14,02	20,96	26,03
La Me	22,34	19,38	22,09	23,67
Langkat	19,50	14,16	12,11	28,83
PPKS 540	16,98	19,07	19,52	30,10
PPKS 718	7,14	17,06	24,48	21,90
Simalungun	25,73	21,03	17,95	29,91
Yangambi	27,19	23,87	19,61	25,36

Gambar 3. Produktivitas Delapan Varietas PPKS di Kebun Benih Adolina pada 2015 s/d 2018



Gambar 4. Rendemen Pabrik Delapan Varietas PPKS di Kebun Benih Adolina

juga Varietas PPKS 718 telah menggunakan Dura-Dura terbaik siklus II RRS dibandingkan Varietas Yangambi.

Produktivitas delapan Varietas PPKS yang ditanam di Kebun Benih Adolina menunjukkan variasi dari tahun 2015 (TM 2) hingga pengamatan 2018 (TM 5) (Gambar 2). Varietas PPKS 540 mempunyai produktivitas paling tinggi yaitu 30,10 ton TBS/ha/tahun dengan rendemen minyak paling tinggi 25,38% (Gambar 3).

Tabel 2. Posisi vegetatif untuk setiap fase perkembangan bunga dan buah delapan Varietas PPKS

No	Varietas	Posisi pelepah ke-*)					
		BD	PS	JA	BR	TT	MP
1	Yangambi	18	26	23	28	34	41
2	Simalungun	18	26	26	26	33	40
3	Langkat	18	26	26	27	34	40
4	Dumpy	18	24	25	24	32	39
5	PPKS 540	17	25	23	26	32	38
6	La Me	18	26	25	26	35	42
7	Avros	18	26	25	27	34	42
8	PPKS 718	17	26	27	29	38	40

Keterangan :

*) = posisi pelepah vegetatif

BD = Bunga belum dikenal (bunga dompet)

PS = Bunga pecah seludang

JA = Bunga jantan mekar (anthesis)

BR = Bunga betina mekar (reseptik)

TT = Tandan terbentuk

MP = Tandan matang panen

KESIMPULAN

1. Seluruh Varietas PPKS yang ditanam di Kebun Benih Adolina menghasilkan bunga pada pelepah ke 17 dan 18;
2. Varietas Simalungun mempunyai sex rasio paling tinggi dan Varietas Dumpy mempunyai sex rasio paling rendah;
3. Varietas PPKS 540 mempunyai produktivitas tandan dan minyak paling tinggi di Kebun Adolina PTPN IV;
4. TBS Varietas PPKS 540 lebih cepat matang dibandingkan varietas yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Camellia, N., Thohirah, L.A., & Abdullah, N.A.P. 2012. Floral biology, flowering behaviour and fruit set development of jatropha curcas l. in Malaysia. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science, 35(4), 737–748.

D.M.S., Putri. 2011. Fenologi *Rhododendron spp*. (Subgenus Vireya) Koleksi Kebun Raya Eka Karya Bali. J. Hort. 21(3):232-244.

Imani, A., & Mehr-abadi, S.M. 2012. Floral differentiation and development in early, middle and late blooming almond cultivars.

African Journal of Microb, 6(25), 5301–5305.

Lizawati, Budiyathi Ichwan, Gusniwati, Neliyati, Mohd. Zuhdi. 2013. Fenologi Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif Tanaman Duku Vaietas Kumpeh pada Berbagai Umur. Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Volume 2 No. 01. ISSN : 2302-6472.

Ngalle, H.B., J.M. Bell, G.F.N. Ebongue, H.E. Evina, G.N. Ntsomboh and A.N. Mva. 2014. Morphogenesis of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) fruit in seed development. Journal of Life Sciences. 8: 946-954.

Owolarafe, O.K., M.T. Olabige and M.O. Faborode. 2007. Physical and mechanical properties of two varieties of fresh oil palm fruit. Journal of Food Engineering. 78: 1228 – 1232.

Purba, A.R., E. Suprianto, N. Supena, dan M. Arif. 2009. Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit dengan Menggunakan Bahan Tanaman Unggul. Pertemuan Teknis Kelapa Sawit (PTKS 2009). Jakarta 28 – 29 Mei 2009.

Pradiko, I, Sujadi dan Suroso Rahutomo. 2019. Pengamatan Fenologi Pada Delapan Varietas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Dengan Menggunakan Konsep Thermal Unit. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. 27 (1) : 57 – 69.

Syamsuwida, D., Aminah, A., Nurochman, Nurkim, & Sumarni E.B,G.J. 2014. Siklus perkembangan pembungaan dan pembuahan serta pembentukan buah kemenyan (*Styrax benzoin*) di Aek Nauli. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, 11(2), 89–98.

Supena, N. dan Sujadi. 2019. Aplikasi Fenologi V1.7 Untuk Pengamatan Kemunculan Bunga pada Tanaman Kelapa Sawit. Warta PPKS. Volume 24 No. 1.

PETUNJUK BAGI PENULIS

1. PETUNJUK UMUM

- Naskah merupakan tulisan ilmiah hasil penelitian atau *deep review* terkait kelapa sawit.
- Naskah yang dikirimkan kepada Dewan redaksi harus merupakan naskah yang belum pernah diterbitkan dan tidak sedang dalam proses penerbitan di media publikasi lain.
- Naskah diketik pada dua spasi menggunakan *font* Arial ukuran 12, maksimal 20 halaman.
- Naskah dikirim dalam bentuk *soft copy* dan pada kertas ukuran A4 ke http://jurnalkelapasawit.iopri.org
- Untuk penulisan pertama kali dalam naskah, nama ilmiah kelapa sawit ditulis lengkap termasuk nama penemunya (*Elaeis guineensis* Jacq.), selanjutnya hanya ditulis *E. guineensis*
- Urutan dalam naskah adalah sebagai berikut : JUDUL, NAMA PENULIS, ALAMAT SURAT/EMAIL PENULIS, ABSTRAK, KATA KUNCI, PENDAHULUAN, BAHAN DAN METODE, HASIL DAN PEMBAHASAN, KESIMPULAN, UCAPAN TERIMA KASIH (bila ada), dan DAFTAR PUSTAKA.
- Dewan Redaksi berhak mengubah dan memperbaiki isi naskah sepanjang tidak mengubah substansi isi tulisan. Naskah yang tidak diterbitkan akan dikembalikan kepada penulis.

2. JUDUL

- Judul naskah harus menggambarkan isi pokok tulisan secara ringkas dan jelas, ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris

3. NAMA PENULIS

- Nama penulis ditulis tanpa gelar.

4. ALAMAT SURAT/EMAIL

- Alamat surat universitas/institusi tempat bekerja ditulis lengkap untuk keperluan korespondensi, diikuti dengan alamat email.
- Apabila penulis lebih dari satu, alamat surat/*email* ditulis berdasarkan urutan *footnote* pada masing-masing penulis.

5. ABSTRAK

- Abstrak merupakan intisari dari tulisan yang menerangkan secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil, dan kesimpulan.
- Abstrak ditulis dalam satu alinea memuat jumlah kata maksimal 250 kata dan minimal 100 kata.
- Abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris pada alinea yang terpisah.

6. KATA KUNCI

- Kata kunci ditulis dalam bahasa Indonesia dan dalam bahasa Inggris, terdiri dari minimal 3 kata.

7. TABEL/GAMBAR

- Judul tabel ditulis di atas tabel terkait dan diberi nomor urut.
- Judul gambar ditulis di bawah gambar terkait dan diberi nomor urut.
- Judul dan keterangan tabel/gambar ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.

8. PENULISAN PUSTAKA

- Pustaka (referensi) dalam naskah ditulis nama penulis dan tahun penerbitan sesuai Daftar Pustaka.
- Jumlah referensi minimal 10 buah dan minimal 80% dari total jumlah referensi merupakan tulisan yang diterbitkan dalam kurun waktu 10 (sepuluh) tahun terakhir dari tahun penerbitan Jurnal Penelitian Kelapa Sawit.

9. DAFTAR PUSTAKA

- Daftar pustaka disusun alphabetis,
- Semua nama penulis dari satu tulisan harus dicantumkan, tidak diperkenankan mencantumkan *et al* atau dkk.
- Inisial hanya untuk nama awal, nama famili ditulis lengkap.
- Sesudah penulis pertama, nama penulis berikutnya pada suatu tulisan ditulis dengan didahului nama inisial diikuti nama famili.
- Tahun penerbitan ditulis tanpa tanda kurung.

Contoh:

Bekheet, S.A., H.S. Taha, M.S. Hanafy, and M.E. Sollim. 2008. Morphogenesis of sexual embryos of date palm cultured in vitro early identification of sex type. Journal of Applied Sciences Research. 4(4): 345-352.

Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. The oil palm, 4th edition. Blackwell Science Ltd, United Kingdom.

Latifah, S. 2003. Kegiatan reklamasi lahan pada bekas tambang. Universitas Sumatera Utara. http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/920/1/hutan-siti1.pdf. Diakses pada tanggal 25 Juni 2010.

Ritter, E., N. Billotte, and W. Rohde. 2006. Genomic tools for gene discovery and applications. In: E.S. Sutarta, S. Rahutomo, D. Siahaan, T. Herawan, Y.M. Samosir, D. Darnoko, A. Susanto, L. Erningpraja, D. Wiratmoko (eds). Proc. International Oil Palm Conference 2006: Optimum use of resources: challenges and opportunities for sustainable oil palm development. Indonesian Oil Palm Research Institute.

9 772614 888008