

ISSN 0853 - 2141

# WARTA PPKS

Volume 24 Nomor 2, Juni 2019



**PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT**

Warta PPKS

Vol. 24

No. 2

Hal. 45 - 92

Medan, Juni 2019

ISSN 0853 - 2141



# Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit

(*News of Indonesian Oil Palm Research Institute*)

Vol. 24 No. 2

ISSN 0853 - 2141

Juni 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 <i>Advisor</i>	Direktur Pusat Penelitian Kelapa Sawit ( <i>Director of Indonesian Oil Palm Research Institute</i> )
Penanggung Jawab Redaksi <i>Responsible of Editorial board</i>	Dr. Iman Yani Harahap (Fisiologi Tanaman/ <i>Crop Physiology</i> )
Ketua Dewan Redaksi <i>Chairman of Editorial board</i>	Dr. Eka Nuryanto, M.Si (Ilmu Kimia/ <i>Chemist</i> )
Dewan Redaksi <i>Editorial board</i>	Dr. Erwinsyah (Ilmu Lingkungan/ <i>Environmental Science</i> ) Dr. Winarna (Ilmu Tanah/ <i>Soil Science</i> ) Ir. Yusran Pangaribuan, M.Si (Agronomi/ <i>Agronomist</i> ) Sujadi, Sp, M.Si (Pemuliaan/ <i>Breeding</i> ) Ir, Agus Eko Prasetyo, M.Si (Hama & Penyakit Tan./ <i>Pests and Diseases</i> ) M. Akmal Agustira, SP., Msc. (Ekonomi Pertanian/ <i>Agricultural Economics</i> )
Redaksi Pelaksana <i>Managing Editor</i>	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](mailto:admin@iopri.org)

Website : <http://www.iopri.org>



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

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

Volume 24 Nomor 2 Juni 2019

BUAH PARTENOKARPI PADA KELAPA SAWIT KETURUNAN <i>Elaeis oleifera</i> <b>Retno D. Setiowati</b> .....	45-51
DNA <i>BARCODING</i> DAN APLIKASINYA PADA KELAPA SAWIT <b>Sri Wening, Agus Eko Prasetyo dan Fandi Hidayat</b> .....	52-59
KERAGAAN TANAMAN KELAPA SAWIT BELUM MENGHASILKAN DI LAHAN EKS TAMBANG BATUBARA <b>Suroso Rahutomo, Dhimas Wiratmoko, Muhdan Syarovy, Iput Pradiko dan Winarna</b> .....	60-67
KAJIAN PENERAPAN SISTEM KLASTER UNTUK PANEN KELAPA SAWIT <b>Aries Sukariawan, Wagino, Fariz Hilal Nasution dan Suroso Rahutomo</b> .....	68-73
STATUS TERKINI HAMA KUMBANG MONCONG PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI INDONESIA <b>Agus Eko Prasetyo, Hari Priwiratama, Tjut Ahmad Perdana Rozziansha, Mahardika Gama Pradana dan Agus Susanto</b> .....	74-84
POTENSI PEMANFAATAN LIGNIN DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN SENYAWA KIMIA BERMANFAAT <b>Eka Nuryanto, Dian Wardana, Ahmad Ramadhan, Erwidayati Sitanggang, dan Justaman A. Karo-Karo</b> .....	85-92

---

---

## 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 2 terbit dengan menyajikan artikel : Buah Partenokarpi pada Kelapa Sawit Keturunan *Elaeis oleifera*; DNA *Barcoding* dan Aplikasinya pada Kelapa Sawit; Keragaan Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan di Lahan Eks Tambang Batubara; Kajian Penerapan Sistem Klaster untuk Panen Kelapa Sawit; Status Terkini Hama Kumbang Moncong pada Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia; Potensi Pemanfaatan Lignin dari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Senyawa Kimia Bermanfaat.

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

Salam,

Redaksi

## Buah Partenokarpi Pada Kelapa Sawit Keturunan *Elaeis oleifera*

Retno D. Setiowati

### ABSTRAK

Rendahnya produksi buah *Elaeis oleifera* disebabkan berbagai faktor seperti ukuran dan bobot tandan yang rendah dan kegagalan pembentukan buah dalam tandan. Pembuahan yang gagal ini kerap menghasilkan buah yang tidak sempurna atau yang sering disebut partenokarpi. Partenokarpi sering kali disebut sebagai penyebab rendahnya produksi minyak meski hasil penelitian menunjukkan bahwa partenokarpi tidak selalu menyebabkan turunnya rasio minyak per tandan. Pengamatan terhadap komposisi buah, berat tandan, dan rasio minyak per tandan pada kelapa sawit *E. oleifera* tipe liar (*wild type*, WT), hibrida interspesifik (F1), dan keturunan hasil silang balik generasi I (BC1) antara *E. oleifera* dan *E. guineensis* menunjukkan tingginya tingkat partenokarpi buah yaitu 18.43%-30.82%. Berbeda dengan partenokarpi, buah aborsi pada populasi OG memiliki variasi yang antara 0.00 hingga 2,66%. Tipe liar *E. oleifera* Suriname memiliki buah aborsi paling sedikit (0,00%), rerata berat tandan yang rendah, dan rasio buah per tandan yang juga rendah (5%). Dari sisi rasio minyak per tandan, BC1 Brazil dan BC1 Suriname berada pada nilai rasio yang hampir sama (18%), namun dari segi rerata berat tandan dan tingkat aborsi, BC1 dan F1 Brazil memiliki tingkat aborsi (0,34%). Hal ini menjadikan BC1 Brazil lebih memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi bahan tanaman komersial.

Kata kunci: *morfologi, partenokarpi, hibrida interspesifik, silang balik generasi I*

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

Retno D. Setiowati (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia  
Email: retno.iopri@gmail.com

### PENDAHULUAN

Pembuahan didefinisikan sebagai perkembangan dinding ovari karena adanya polinasi dan fertilisasi. Polinasi yang tidak diikuti dengan fertilisasi yang sempurna akan menyebabkan embrio tidak berkembang dan menghasilkan buah yang tidak berbiji (Gillaspy *et al.*, 1993). Buah yang tidak berbiji ini dikenal sebagai buah partenokarpi. Pada kelapa sawit, keberhasilan pembuahan merupakan hal penting. *Fruit set* yang rendah mengurangi kualitas buah yang pada akhirnya dapat menurunkan pendapatan.

*Elaeis oleifera* merupakan spesies kelapa sawit dari Amerika Selatan dan memiliki produksi yang lebih rendah dibanding *Elaeis guineensis* sehingga belum dikembangkan sebagai tanaman komersial di Indonesia. Di sisi lain, *E. oleifera* memiliki karakter yang spesifik baik dari segi nutrisi, keragaan maupun ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik yang menjadikannya menarik untuk dikembangkan. Selain itu, *E. oleifera* menghasilkan minyak yang kaya akan asam lemak oleat dan linoleat serta beta karoten yang baik bagi kesehatan. Lucci *et al.* (2016) menyebutkan bahwa komposisi minyak *E. oleifera* mirip dengan komposisi minyak zaitun. Selain itu, *E. oleifera* juga dilaporkan lebih tahan terhadap penyakit busuk pucuk. Namun, spesies ini memiliki kelemahan berupa produktivitas buah dan minyak yang masih sangat rendah dibanding *E. guineensis* (Montoya *et al.*, 2014, Rodríguez *et al.*, 2016).

Masalah lain yang dihadapi *E. oleifera* (EO) adalah sulit dikembangbiakkan karena *fruitset* yang rendah dan partenokarpi yang tinggi. Untuk tujuan produksi minyak mentah (*crude palm oil*, CPO), buah partenokarpi dapat meningkatkan rasio mesokarp per buah 86,0% (Lieb *et al.*, 2017) hingga 98% karena tidak adanya cangkang dan inti buah (Preciado *et al.*, 2011). Selain itu, pada hibrida interspesifik *E. oleifera* x *E. guineensis* (OG) ditemui tingkat aborsi yang tinggi.

Berdasarkan bentuk dan warnanya, buah dari tandan sampel dikelompokkan menjadi 2 kelompok utama yaitu kelompok buah merah dan buah putih. Buah merah bervariasi antara buah merah yang mengandung biji dan buah merah yang tidak mengandung biji. Sedangkan buah putih bervariasi antara putih terang dan putih kehitaman.

Pada kelapa sawit, ada kalanya buah partenokarpi disamakan dengan buah aborsi (bukan tandan aborsi). Hardon (1969) membagi jenis buah kelapa sawit berdasarkan keberhasilan pembuahannya menjadi 4 (empat) kategori yaitu; Pertama adalah buah yang terbentuk sempurna (buah jadi, normal), kedua adalah buah yang terbentuk tidak sempurna (buah jadi, partenokarpi), ketiga adalah buah tidak jadi (partenokarpi), dan keempat adalah buah aborsi. Buah jadi umumnya berbentuk bulat lonjong dan berwarna hijau atau kekuningan atau oranye kemerahan tergantung asal populasinya. Buah jadi bisa berupa buah normal maupun buah partenokarpi.

Hardon, (1996) juga menyebut buah jadi sebagai buah yang diserbuki dan berkembang sempurna, mengandung biji, kernel, dan embrio. Sedangkan buah partenokarpi bentuknya mirip buah normal, berbentuk agak lonjong, biasanya lebih kecil dibanding buah normal, memiliki biji, tetapi tidak memiliki kernel atau kernel berupa cairan yang ada kalanya sudah tidak terlihat ketika buah dipotong. Tipe ketiga adalah buah yang berbentuk sangat kecil dibanding buah lain dalam tandan yang sama, berwarna putih dan cenderung kering, Tipe keempat adalah buah yang berbentuk kecil, berwarna hitam atau coklat kehitaman dan kering. Gonzales *et al.*, (2013), membagi jenis buah berdasarkan keberhasilan pembuahannya menjadi buah normal dan buah partenokarpi. Buah partenokarpi dibedakan menjadi *red parthenocarp* dan *white / abortive parthenocarp*. *Red parthenocarp* adalah buah partenokarpi yang mengandung minyak sedangkan *white / abortive parthenocarp* adalah buah yang kering dan tidak mengandung minyak.

Pandolfini (2009), menyatakan bahwa buah yang tidak berbiji bisa diakibatkan oleh parthenogenesis maupun stenospermokarpi. Bila ketiadaan biji pada buah partenokarpi disebabkan oleh polinasi yang tidak diikuti oleh fertilisasi, ketiadaan biji pada buah stenospermokarpi disebabkan oleh

terdegradasinya embrio setelah fertilisasi. Bila partenokarpi menghasilkan buah tanpa biji, stenospermokarpi menghasilkan buah tanpa biji dan tanpa embrio. Pada anggur, varietas tanpa biji dapat dihasilkan dari persilangan dua tetua tanpa biji yang ditumbuhkan melalui *embryo rescue* (Bergamini *et al.*, 2013). Hal ini dapat dilakukan pada buah stenospermokarpi sebelum embrio aborsi, tapi tidak dapat dilakukan pada buah partenokarpi, karena pada buah partenokarpi tidak terjadi fertilisasi. Partenokarpi biasanya dipicu oleh ketidakseimbangan hormon pada periode pembungaan-pembuahan, inkompatibilitas polen, maupun polen yang steril. Sedangkan stenospermokarpi biasanya dipicu oleh mutasi gen dan proses meiosis yang abnormal.

Struktur bunga dan spesifikasi serangga penyerbuk juga diduga berperan dalam tingkat keberhasilan pembentukan buah. Hardon (1969), berpendapat bahwa struktur kelapa sawit Afrika berbeda dengan kelapa sawit Amerika. Pada kelapa sawit Amerika, *E. oleifera* HBK Cortes, terdapat seludang yang menutupi bunga dan tetap bertahan sampai bunga anthesis dapat menghambat proses polinasi. Sedangkan Beaudoin-Ollivier *et al.* (2012) menyebutkan perbedaan aroma yang dikeluarkan bunga pada saat anthesis berbeda antara *E. oleifera* dan *E. guineensis*. Perbedaan ini menyebabkan respon serangga penyerbuk kelapa sawit terhadap kedua species ini juga berbeda. Adapun *Elaeiodobius kamerunikus* Faust cenderung tertarik pada aroma yang dihasilkan bunga *E. guineensis* anthesis sehingga dikenal sebagai spesialis penyerbuk *E. guineensis*. Sedangkan *E. oleifera* lebih cenderung diserbuki oleh *Grasidius hybridus* O'Brien dan Beserra (Auffray *et al.*, 2017) ataupun *Elaeiodobius plagiat* (Beaudoin-Ollivier *et al.*, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tipe dan tingkat partenokarpi pada populasi keturunan *E. oleifera* koleksi Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). Diharapkan hasil penelitian dapat memberikan informasi arah pemuliaan tanaman kelapa sawit berbasis *E. oleifera* dan upaya mengatasi rendahnya produktifitas akibat gagal pembuahan.

## BAHAN DAN METODE

### *Populasi percobaan*

Material yang digunakan dalam penelitian

adalah pohon kelapa sawit spesies *E. oleifera* serta keturunannya yang ditanam di Kebun PT Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV) Sumatera Utara. Sebagai sampel penelitian, digunakan individu-individu yang pada saat sensus tahun 2017, ditemukan buah atau calon buah dari setiap populasi. Jumlah sampel pada setiap populasi berbeda-beda tergantung jumlah tegakan yang ada dan ketersediaan buah. Total sampel yang digunakan adalah 500 pohon dengan jumlah tandan yang diamati sebanyak 2 (dua) tandan dari setiap pohon.

### Tandan Sampel

Tandan yang digunakan sebagai sampel adalah tandan yang sudah matang dan berasal dari pohon sampel yang sudah ditandai. Tandan dikatakan matang dan layak panen apabila usia tandan sudah mencapai 20 hingga 22 minggu setelah anthesis atau

telah terlihat perubahan warna dari hitam menjadi oranye atau kemerahan atau telah terdapat buah yang memberondol (Razali *et al.*, 2012). Salah satu atau kombinasi dari parameter tersebut dapat digunakan sebagai acuan panen. Karena pada populasi OG, memberondolnya buah tidak selalu menjadi indikator kematangan buah (Suárez *et al.*, 2012), demikian juga dengan warna buah. Selanjutnya tandan yang telah dipanen diberi label dan dimasukkan kedalam kantong kanvas, diikat dan dikirim ke laboratorium analisis tandan untuk dianalisis.

### Analisis Tandan

Analisis tandan dilakukan dengan mengukur nilai komponen tandan dengan memisahkan tandan dari komponen-komponennya. Yang termasuk komponen tandan antara lain; tandan buah, spikelet,



**Gambar 1.** Tipe buah hibrida OG berdasarkan keberhasilan pembuahan 1. Buah jadi yang mengandung minyak 1a. Buah jadi normal, ditandai dengan adanya biji. 1b. Buah jadi partenokarpi, ditandai dengan adanya embrio yang terdegradasi. 2. Buah aborti. 2a. Buah aborti mentah, berwarna kekuningan 2b. Buah aborti busuk, berwarna kehitaman

*stalk*, buah jadi, buah partenokarpi, spikelet kosong, *mesocarp*, cangkang, kernel, minyak, dan kadar air (Kien dan Musa., 2011). Berondolan dikelompokkan berdasarkan bentuk, warna, dan ada tidaknya biji mengikuti Hardon (1969) (Gambar 1).

Persentase buah normal, partenokarpi, dan buah aborti dihitung berdasarkan berat buah masing-masing jenis dibandingkan berat buah total setelah dikurangi berat *stalk* dan pengotor lain. Selain persentase partenokarpi, juga dihitung persentase mesokarp per buah (M/B) dan analisis kandungan minyak. Persentase mesokarp per buah dan kandungan minyak dianalisis menggunakan metode

Soxhlet. Tingkat produksi minyak (CPO) diperoleh dari produksi TBS (ton/ha) x *Industrial Extraction Rate* / IER (persentase minyak pertandan (Mi/T) x faktor koreksi 0.855) dengan mengikuti prosedur yang diadaptasi dari Blakk *et al.*, 1963 dalam Corley dan Tinker, 2016).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tandan dan warna buah

Hasil pengamatan terhadap tandan yang dianalisis menunjukkan tandan dari F1 dan BC1 *E. oleifera* x *E. guineensis* yang matang umumnya berwarna oranye dengan gradasi semakin ke bagian atas buah, warnanya semakin pekat. Bagian bawah

buah berwarna oranye terang, bagian tengah buah berwarna oranye sedang, dan bagian atas buah berwarna oranye gelap. Pada tipe liar *E. oleifera* Brazil, tandan yang masak berwarna kuning dengan variasi tingkat kepekatan warna kuning terang hingga kuning gelap. Sedangkan pada tipe liar *E. oleifera* Suriname, tandan yang matang berwarna kuning oranye hingga oranye kemerahan. Hal ini berbeda dengan yang dilaporkan Murugesan *et al.* (2011), yang menyatakan bahwa pada *E. oleifera* yang diamati di Kerala, buah yang masak berwarna oranye. Menurut Gonzales *et al.* (2013), variasi warna ini dipengaruhi oleh kandungan karoten di dalam buah yang biasanya dimulai pada hari ke 98-112 setelah antesis. Tidak hanya pada *E. oleifera*, perubahan warna seiring perubahan kandungan karoten dan lipid juga terjadi pada *E. guineensis*. Lebih spesifik, Caicedo dan Perez menyebutkan pada populasi yang diamati sebagian besar tandan mentah berwarna kuning (2,5Y7/6) hingga kuning mustard (5Y7/10), sebanyak 4,5% populasi percobaan berwarna hijau (5GY4/6).

96,4% tandan yang masak berwarna oranye-merah (10R4/10) dan 3,6% sisanya berwarna merah.

Pada *E. oleifera* perubahan ini berjalan secara *acropetal* (dari arah bawah ke atas buah), pada *E. guineensis*, perubahan ini berjalan secara *basipetal* (dari arah atas ke dasar buah) (Hormaza *et al.*, 2011). Rincón *et al.* (2013) menyatakan pada hibrida OG, mekarnya bunga dalam satu tandan tidak serentak sehingga kematangan buah juga tidak seragam. Bunga yang reseptif pada saat bunga di sekitarnya sudah lebih dulu berkembang seludang yang seringkali belum pecah pada saat bunga mulai anthesis, dan kerasnya serat yang membungkus bunga juga berkontribusi dalam menyebabkan polinasi yang tidak sempurna. Moreno dan Romero (2015) menyebutkan pada *E. oleifera*, setelah terjadinya polinasi, adakalanya bunga mengeluarkan secret berwarna kemerahan yang mengindikasikan bunga telah mengalami kemunduran reseptifitas. Senyawa yang dihasilkan ini menghambat polen bergerminasi.



**Gambar 2.** Perbedaan warna tandan buah pada populasi *E. oleifera* Bazil dan Suriname

**Analisis komposisi buah dan kandungan minyak**

Pengamatan komponen tandan terhadap sampel menunjukkan pada tipe liar (*wild type*, WT) *E. oleifera*, baik WT Suriname maupun WT Brazil memiliki rerata berat tandan 3,86-7,48 kg secara berurutan. Nilai ini lebih rendah bila dibandingkan hasil penelitian Murugesan dan Shareef (2014) di India yang menyebutkan bahwa berat tandan yang diperoleh berada pada kisaran 16-53 kg dengan rata-rata berat 26,82 kg. Gomez-Junior *et al.* (2016) mendapati RBT pada hibrida interspesifik OG adalah 8,22 kg sedangkan pada penelitian ini, RBT pada F1 dan BC1 dari kedua populasi cenderung lebih tinggi dibanding

tipe liarnya yaitu berkisar 12,21-20,91 kg.

Dari aspek rerata berat tandan (RBT) dan kandungan minyak, BC1 Brazil dan Suriname memiliki nilai yang cukup moderat. BC1 Brazil, memiliki RBT dan buah partenokarpi yang cukup tinggi, namun persentase buah aborsi yang sangat rendah dan *oil extraction rate* (OER) yang juga tinggi. Sebaliknya pada BC1 Suriname, dengan RBT lebih rendah dibanding BC1 Brazil, OER-nya paling tinggi, meskipun persentase buah partenokarpi dan aborsinya juga sangat tinggi. Dari data yang diperoleh, terlihat tingginya persentase buah aborsi tidak dibarengi rendahnya OER (Tabel 1).

**Tabel 1.** Tabel 1. Komposisi buah pada tandan populasi OG

Populasi	Berat tandan (kg)	Rerata Berat Tandan	Standar Deviasi	Rasio komponen buah (%)			Komponen minyak (%)		
				Normal	Parteno karki	Aborsi	M_F	O_M	OER
WT Brazil	5,70-10,40	7,48	2,49	39,52	30,82	29,66	53,35	34,89	2,58
WT Suriname	2,20-4,70	3,86	1,1	79,87	19,92	0,00	39,10	16,39	3,33
F1 Brazil	3,00-47,50	20,91	7,34	77,68	20,47	1,86	64,97	41,90	13,07
F1 Suriname	4,00-23,20	12,21	5,6	65,59	18,34	16,07	66,21	38,14	11,05
BC 1 Brazil	4,30-50,10	19,07	7,98	79,41	20,25	0,34	61,65	47,22	15,34
BC 1 Suriname	3,50-56,90	17,54	10,78	53,35	25,88	20,77	72,76	47,78	15,99

OER pada hibrida interspesifik yang diperoleh pada penelitian ini sedikit lebih rendah dari yang dilaporkan Alvarado *at al.*, (2013) dan Alvarado dan Henry (2015) pada hibrida OG Amazon, yaitu dengan persentase buah normal 42,2% dan buah partenokarpi 15,5%, OER yang diperoleh sebesar 16,1% dengan *assisted pollination*. Kontribusi buah partenokarpi terhadap kandungan minyak sejalan dengan yang disampaikan Lieb *et al.* (2017) yang menyatakan buah partenokarpi dapat meningkatkan rasio mesokarp per buah 86,0% hingga 98% karena tidak adanya cangkang dan inti buah (Preciado *at al.*, 2011). Namun hal ini bertentangan dengan pendapat Harun dan Noor (2002) yang menyebutkan bahwa kandungan minyak pada buah partenokarpi sangat rendah. Diduga tingginya OER yang dicapai BC1 Brazil dan Suriname diperoleh dari kontribusi buah normal dan buah partenokarpi. Di sisi lain, buah partenokarpi kering dan aborsi tidak disertakan

dalam proses analisis minyak, sehingga kontribusinya dalam menurunkan rendemen belum dapat diperkirakan. Dalam skala industri, tingginya buah aborsi berpotensi menurunkan rendemen, karena buah aborsi yang bersifat kering.

Pada penelitian ini, buah yang tidak berbiji tidak dapat ditentukan apakah tergolong partenokarpi atau stenospermokarpi. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan penyebab ketiadaan biji pada buah *E. oleifera*.

**KESIMPULAN**

1. Pada populasi *E. oleifera* koleksi PPKS ditemukan tandan dengan buah normal, partenokarpi, dan buah aborsi.
2. Rasio partenokarpi dan aborsi tertinggi terdapat pada populasi liar *E. oleifera* Brazil yaitu 30,82%

partenokarpi dan 29,66% aborsi dengan OER sebesar 3,3%

3. Rasio aborsi terendah diperoleh pada populasi *E. oleifera* Suriname yaitu 0.0% dengan OER 2,58%
4. BC1 Suriname memiliki OER tertinggi yaitu 15,99% dengan 25,88% buah partenokarpi dan 20,77% buah aborsi

#### DAFTAR PUSTAKA

- Auffray, T., Frérot, B., Poveda, R., Louise, C., & Beaudoin-Ollivier, L. (2017). Diel Patterns of Activity for Insect Pollinators of Two Oil Palm Species (Arecales: Arecaceae). *Journal of Insect Science*, 17(2), 45.
- Alvarado A , Henry J. (2015). Comportamiento agronómico del híbrido OxG Amazon. *ASD Oil Palm Papers*, N° 44, 1-8.
- Beaudoin Ollivier, L., Frerot, B., Coffi, A., & Flori, A. (2012). Duperie olfactive et pollinisation chez le palmier à huile. *Paris: Cirad*.
- Bergamini, C., Cardone, M. F., Anaclerio, A., Perniola, R., Pichierri, A., Genghi, R., ... & Blanco, A. (2013). Validation assay of p3\_VvAGL11 marker in a wide range of genetic background for early selection of stenospermocarp in *Vitis vinifera* L. *Molecular biotechnology*, 54(3), 1021-1030.
- Caicedo M, L. P., & Bastidas Pérez, S. E. (2017). Morphological characterization of the American oil palm collection *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortes. *Acta Agronómica*, 66(1).
- Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2016). *The oil palm*. John Wiley & Sons.
- Gomes Junior, R. A., Lopes, R., Cunha, R. N. V. D., Pina, A. J. D. A., Quaresma, C. E., Santos, R. R., & Resende, M. D. V. D. (2016). Bunch yield of interspecific hybrids of American oil palm with oil palm in the juvenile phase. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 16(2), 86-94.
- González D. A.G., Gerardo Cayón S, Jesús E. López M.3, and Wilmar H. Alarcón3. (2013) Development and maturation of fruits of two Indupalma OxG hybrids (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*). *Agronomía Colombiana* 31(3), 343-351.
- Hardon, J. J. (1969). Interspecific hybrids in the genus *Elaeis* II. vegetative growth and yield of F 1 hybrids *E. guineensis* x *E. oleifera*. *Euphytica*, 18(3), 380-388.doi.org/10.1007/BF00397785
- Harun, M. H., & Noor, M. R. M. (2002). Fruit set and oil palm bunch components. *Journal of Oil Palm Research*, 14(2), 24-33.
- Hormaza, P., Fuquen, E. M., & Romero, H. M. (2012). Phenology of the oil palm interspecific hybrid *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*. *Scientia Agricola*, 69(4), 275-280.
- Kien, W., & Musa, B. A. (2011) Critical Re-Examination of the Method of Bunch Analysis in Oil Palm Breeding—An Update. *ISOPB Paper*, Malaysia.
- Lieb, V. M., Kerfers, M. R., Kronmu ller, A., Esquivel, P., Alvarado, A., Jiménez, V. M., ... & Steingass, C. B. (2017). Characterization of Mesocarp and Kernel Lipids from *Elaeis guineensis* Jacq., *Elaeis oleifera* [Kunth] Corte s, and Their Interspecific Hybrids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(18), 3617-3626.
- Lucci, P., Borrero, M., Ruiz, A., Pacetti, D., Frega, N. G., Diez, O., ... & Angel, M. (2016). Palm oil and cardiovascular disease: a randomized trial of the effects of hybrid palm oil supplementation on human plasma lipid patterns. *Food & function*, 7(1), 347-354.
- Montoya, C., Cochard, B., Flori, A., Cros, D., Lopes, R., Cuellar, T., ... & Ritter, E. (2014). Genetic architecture of palm oil fatty acid composition in cultivated oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) compared to its wild relative *E. oleifera* (HBK) Cortés. *PLoS one*, 9(5), e95412.
- Moreno, L. P., & Romero, H. M. (2015). Phenology of the reproductive development of *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortes. *Agronomía Colombiana*, 33(1), 29-35.
- Murugesan, P., Haseela, H., Shareef M. VM., and S. Gopakumar. (2011). Fruit and seed development in *Elaeis oleifera* (HBK) Cortes under tropical climate of Kerala. *Journal of Plantation Crops*, 2011, 39 (1): 73-77
- Murugesan, P., & Shareef, M. (2014). Yield, bunch quality and vegetative traits of American oil palm (*Elaeis oleifera* HBK) population in India. *Indian Journal of Horticulture*, 71(1), 23-7.

- Razali, M., Halim, A. S. M. A., & Roslan, S. (2012). A review on crop plant production and ripeness forecasting. *Int J Agric Crop Sci*, 4, 54-63.
- Rincón, S. M., Hormaza, P. A., Moreno, L. P., Prada, F., Portillo, D. J., García, J. A., & Romero, H. M. (2013). Use of phenological stages of the fruits and physicochemical characteristics of the oil to determine the optimal harvest time of oil palm interspecific OxG hybrid fruits. *Industrial crops and products*, 49, 204-210.
- Rodríguez, J. C., Gómez, D., Pacetti, D., Nunez, O., Gagliardi, R., Frega, N. G., ... & Lucci, P. (2016). Effects of the fruit ripening stage on antioxidant capacity, total phenolics, and polyphenolic composition of crude palm oil from interspecific hybrid *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 64(4), 852-859
- Pandolfini T. (2009). Seedless Fruit Production by Hormonal Regulation of Fruit Set. *Nutrients*. 1, 168-177; doi:10.3390/nu1020168
- Preciado, C. A., Bastidas, S., Betancourth, C., Peña, E., & Reyes, R. (2011). Predicción y control de la cosecha en el híbrido interespecífico *Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis* en la zona palmera occidental de Colombia. I. Determinación del periodo de madurez para obtener racimos con alto contenido de aceite. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(1).
- Suárez, C. A., Cayón, D. G., & Ochoa, I. E. (2012). Desarrollo y maduración de frutos en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) e híbridos OxG (*E. oleifera* × *E. guineensis*) de Unipalma SA pp. 326-336. In *Memorias XVII Conferencia Internacional sobre Palma de Aceite. Fedepalma, Cartagena, Colombia*.



## DNA *Barcoding* dan Aplikasinya pada Kelapa Sawit

Sri Wening, Agus Eko Prasetyo, Fandi Hidayat

### ABSTRAK

DNA *barcoding* merupakan kegiatan identifikasi spesies menggunakan satu atau beberapa daerah gen, yang memiliki manfaat yang luas pada berbagai bidang, termasuk pada industri kelapa sawit. Tulisan ini mengulas DNA *barcoding*, meliputi perkembangan, tantangan dan aplikasinya pada industri kelapa sawit secara umum, serta aplikasi DNA *barcoding* yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Karena manfaatnya yang luas, DNA *barcoding* perlu dikembangkan melalui penyempurnaan teknologi pendukungnya.

Kata kunci: DNA *barcoding*, aplikasi, kelapa sawit

### DNA *BARCODING*

DNA *barcoding* adalah identifikasi spesies suatu organisme secara cepat dengan menggunakan informasi satu atau beberapa daerah gen yang digunakan sebagai DNA *barcode* (Kress dan Erickson, 2008). Pada salah satu aplikasinya, DNA *barcoding* berguna untuk kajian ekologi dan konservasi dimana identifikasi taksonomi secara konvensional tidak memungkinkan atau tidak praktis (Lahaye *et al.*, 2008). Steinke *et al.* (2005) menyatakan bahwa kombinasi teknik pengambilan sampel yang tepat dengan DNA *barcoding* dapat digunakan sebagai alternatif solusi untuk kasus-kasus penelitian tertentu, di mana pada suatu tahapan perkembangan, beberapa spesies memiliki bentuk morfologi yang tidak bisa dibedakan. Sebaliknya, spesies tertentu bisa memiliki bentuk morfologi yang sangat berbeda pada tiap tahap perkembangannya. Hal ini kadang merupakan hal yang tidak memungkinkan untuk dilakukan identifikasi spesies atau memerlukan keahlian dan biaya tinggi,

serta waktu yang panjang. Contoh kegunaan DNA *barcoding* yang lain adalah untuk uji keaslian produk, seperti keaslian bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan herbal (Tnah *et al.*, 2019), identifikasi strain bakteri yang berpotensi untuk pupuk hayati (Nobandegani *et al.*, 2014), identifikasi spesies/pathovar (Tian *et al.* 2016) atau spesies vektor patogen (Ball dan Armstrong, 2006), dan untuk mengangkat nilai spesies yang belum diberdayakan/digunakan melalui standarisasi (Campanaro *et al.*, 2019).

Mulai dari saat dicetuskannya DNA *barcoding* sebagai suatu teknik baru pada 2003 (Hebert *et al.*, 2003), DNA *barcoding* telah mengalami perkembangan pesat. Kebutuhan untuk mengidentifikasi DNA *barcode* yang dapat digunakan secara universal mendorong terbentuknya komunitas pengguna. Sebagai contoh, CBOL (*The Consortium for the Barcode of Life*) membentuk kelompok kerja yang terdiri dari perwakilan kelompok atau konsorsium penelitian yang berbeda dari komunitas ilmu sistematis yang mengajukan atau menguji 7 kandidat DNA *barcode* pada tanaman (CBOL Plant Working Group, 2009). Selain itu, terdapat juga QBOL (*The quarantine barcoding of life*), yang bertujuan untuk memperoleh data DNA *barcode* spesies bakteri yang penting dan organisme lainnya guna membangun alat analisis untuk keperluan karantina (Bonants *et al.*, 2010).

Pada DNA *barcoding*, selain eksplorasi dan identifikasi DNA *barcode* yang universal untuk semua organisme, teknik informatika dan database pendukung DNA *barcoding* merupakan hal yang terus berkembang. BOLD (*The barcode of life data system*) yang merupakan *workbench* informatika yang tersedia untuk peneliti yang memerlukan DNA *barcoding* adalah salah satu contoh pencapaian tersebut. Sistem ini membantu akuisisi, penyimpanan, analisis dan publikasi catatan mengenai DNA *barcode*, dimana sistem *online*-nya tersedia pada <http://www.boldsystems.org>. (Ratnasingham dan Hebert, 2007). Taxl merupakan contoh software

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

Sri Wening (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan, Indonesia  
Email: sriwening.sw@gmail.com

pendukung kegiatan DNA barcode (Steinke *et al.*, 2005). Beberapa database dikembangkan seperti Qbank (database untuk karantina hama dan penyakit tanaman) ([www.q-bank.eu/Bacteria/](http://www.q-bank.eu/Bacteria/)), database untuk tanaman herbal tropika (Tnah *et al.*, 2019), dan Medicinal Materials DNA Barcode Database (MMDBD) version 1.5 (Wong *et al.*, 2018).

## TEKNIK IDENTIFIKASI SPESIES PADA DNA BARCODING

Prinsip dasar utama pelaksanaan kegiatan DNA *barcoding* adalah adanya standar, sifat minimalis, dan dapat terukur. Hal ini berupa pemilihan satu atau beberapa daerah DNA sebagai *barcode* yang dapat disekuensi secara rutin, dapat diandalkan pada sampel yang luas dan banyak, serta menghasilkan data yang dapat dibandingkan sehingga species yang berbeda dapat dibedakan (Hebert *et al.*, 2003). Lebih detail, DNA *barcode* tersebut memiliki ciri-ciri:

- berukuran pendek (400-800 bp) (Kress dan Erickson, 2008)
- memiliki *conserved region*, jadi bersifat universal sehingga dapat berfungsi sebagai *primer binding site* untuk PCR (Kress *et al.*, 2005)
- memiliki variasi intraspesifik yang terbatas (Kress *et al.*, 2005)
- memiliki keragaman antar spesies (Schoch *et al.*, 2012)

Berikut adalah DNA *barcode* yang digunakan pada:

1. Hewan: Bagian gen *cytochrome oxidase 1* (CO1) pada mitokondria (Hollingsworth *et al.*, 2011). DNA *barcode* tersebut haploid, *uniparentally-inherited*, merupakan satu lokus yang memiliki kemampuan membedakan yang tinggi (Fazekas *et al.*, 2009), *protein-coding region* yang memiliki jumlah kopi yang banyak per sel, tidak memiliki variasi panjang yang drastis, *secondary structure*, *microinversion* atau jumlah berulang mononukleotida yang banyak (Hollingsworth *et al.*, 2011).
2. Jamur: Daerah Internal Transcribed Spacer (ITS) Merupakan daerah antara gen *small-subunit ribosomal* RNA (rRNA) dan *large-subunit* rRNA pada kromosom. Pada jamur, terdapat 2 ITS,

yaitu yang berada di antara gen 18 S dan 5.8S rRNA, yang berada di antara gen 5.8S dan 28S (White *et al.*, 1990).

3. Bakteri: gen *small subunit ribosomal* 16S rRNA (yang paling banyak digunakan) (Hugenholtz *et al.*, 1998; Lebonah *et al.*, 2014). Beberapa daerah gen lain juga digunakan sebagai barcode, di antaranya *elongation factor Tu (tuf)* untuk identifikasi fitoplasma (Makarova *et al.*, 2012) dan 60kDa chaperonin protein (*cpn60*) (Links *et al.*, 2012).
4. Tanaman: dua coding region pada plastida, yaitu *rbcL* dan *matK* sebagai *barcode* inti, dengan penambahan *barcode* lain sesuai kebutuhan (CBOL Plant Working Group, 2009). *Barcode* yang bisa digunakan sebagai informasi tambahan selain *barcode* inti tersebut adalah *barcode* yang berasal dari plastida (*intergenic spacer trnH-psbA* (Kress *et al.*, 2010), *intergenic spacer atpF-atpH* dan *psbK-psbI* (CBOL Plant Working Group, 2009), intron *trnL* dan *intergenic spacer* antara *trnL* dan *trnF* (Taberlet, 1991)), dan yang berasal dari daerah nukleus (ITS dari daerah ribosomal DNA (nrITS) (Thomas, 2009).

Database yang berisi sejumlah besar informasi DNA *barcode* akan digunakan sebagai standar untuk mengidentifikasi DNA *barcode* spesies mana yang cocok dengan DNA *barcode* sampel yang diidentifikasi (Kress dan Erickson, 2008). Menurut Kress dan Erickson (2008), tahapan teknis dalam identifikasi spesies dilakukan sebagai berikut:

- Ekstraksi DNA sampel individu yang akan diidentifikasi
- Amplifikasi DNA *barcode* melalui PCR, menggunakan primer yang telah didesain untuk amplifikasi daerah DNA *barcode*
- Sekuensing DNA *barcode*
- Melakukan pencocokan DNA *barcode* sampel individu dengan koleksi data DNA *barcode* pada database
- Individu yang diuji memiliki spesies yang sama dengan spesies pemilik DNA *barcode* pada database yang cocok dengan DNA *barcode* sampel individu yang diuji.

## TANTANGAN PENGEMBANGAN DNA BARCODING

Dalam aplikasinya, DNA *barcoding* masih berkembang dan memiliki beberapa tantangan yang hingga saat ini memerlukan beberapa usaha dan penelitian untuk memecahkannya. Di antaranya adalah:

1. Diperlukannya database referensi yang memiliki informasi yang lengkap, akurat dan dikontrol dengan baik, untuk mendapatkan hasil identifikasi yang dapat diandalkan (Jinbo *et al.*, 2011; Nilsson *et al.*, 2012)
2. Beberapa DNA *barcode* tidak mampu memisahkan spesies yang berbeda, pada kasus dimana taxa masih sedikit dipelajari dan terdapat keragaman genetik DNA *barcode* yang tinggi pada satu spesies. Kasus ini memerlukan adanya DNA *barcode* kedua dan adanya database referensi yang memiliki data DNA *barcode* alternative (Ekrem *et al.*, 2007)
3. Adanya potensi error pada proses sintesis dan sekuensing DNA. Johnet *al.* (2018) memberikan solusi berupa strategi yang secara akurat menangani insersi dan delesi pada DNA *barcode*.
4. Keberhasilan DNA *barcoding* untuk identifikasi spesies pada tanaman masih lebih rendah jika dibandingkan pada hewan. Diperlukan teknologi yang lebih majudan penelitian yang lebih lanjut untuk mendukung pengemabangan DNA *barcode* pada tanaman (Hollingsworth *et al.*, 2011).

## APLIKASI DNA BARCODING PADA KELAPA SAWIT

DNA *barcoding* memiliki arti penting pada kegiatan penelitian dan industri kelapa sawit, karena terdapat berbagai hal yang membutuhkan identifikasi spesies organisme yang berhubungan dengan kelapa sawit, secara cepat dan tepat. Berikut di bawah ini adalah beberapa kasus yang berhubungan dengan penelitian dan industri kelapa sawit, yang berpotensi memerlukan DNA *barcoding*:

1. Identifikasi spesies organisme yang hidup pada ekosistem kelapa sawit atau yang hidup di dalam tanaman kelapa sawit (organisme pengganggu tanaman, mikrobia endofitik dan eksofitik, dan sebagainya).
2. Kajian molekuler organisme yang berhubungan

dengan kelapa sawit (organisme pengganggu tanaman, parasitoid, dan lain sebagainya).

3. Identifikasi spesies organisme yang hidup pada daerah industri kelapa sawit.
4. *Quality control* pada produk hasil olahan kelapa sawit.

## KEGIATAN IDENTIFIKASI SPESIES OLEH PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT (PPKS)

Laboratorium Biologi Molekuler PPKS memiliki fasilitas kegiatan analisis DNA dan RNA, yaitu fasilitas untuk ekstraksi DNA dan RNA serta *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Tahapan lanjutan setelah PCR dilakukan di laboratorium atau menggunakan jasa komersial yang disediakan oleh institusi atau lembaga lain. Identifikasi spesies dilakukan dengan mencocokkan sekuen DNA *barcode* pada sampel yang dianalisis dengan DNA *barcode* yang telah diidentifikasi spesiesnya pada database publik. Gambar 1, 2 dan 3 menggambarkan sebagian aktivitas identifikasi spesies yang dilakukan oleh PPKS.

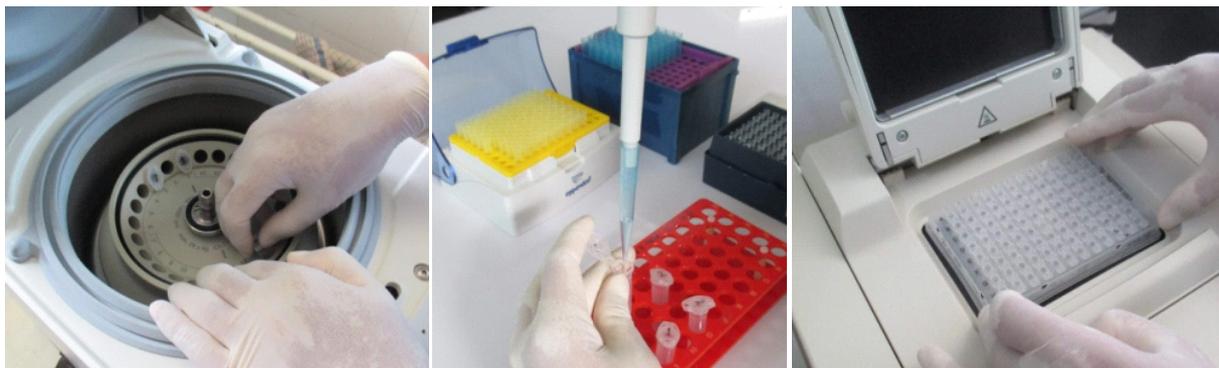
Berikut ini adalah kegiatan aplikasi DNA *barcoding* untuk identifikasi spesies yang telah dilakukan oleh PPKS:

1. Identifikasi patogen jamur penyebab penyakit.
  - a. *Ganoderma* sp.

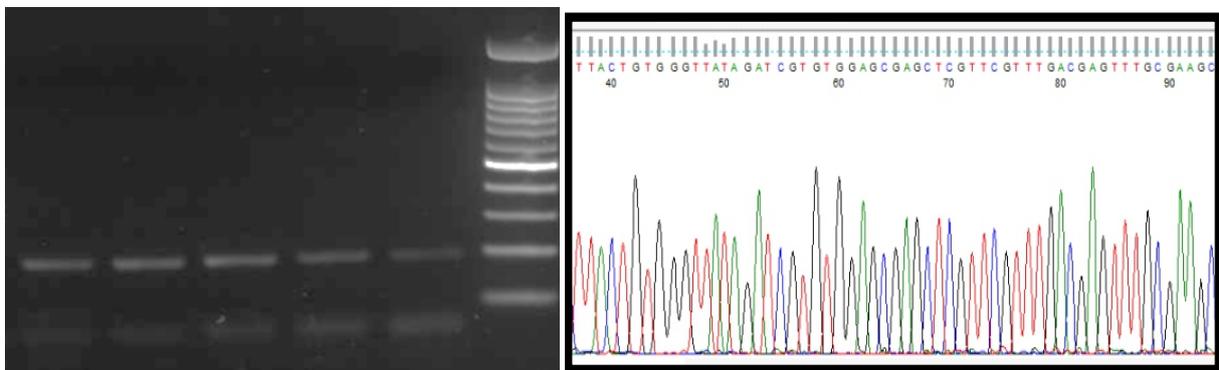
Penyakit utama kelapa sawit adalah busuk pangkal batang yang dapat disebabkan oleh berbagai macam spesies *Ganoderma* sp., utamanya *G. boninense* (Susanto, 2012). Identifikasi *Ganoderma* sp. dilakukan dengan melakukan sekuensing fragmen DNA hasil amplifikasi daerah *Internal Transcribed Spacer* (ITS) rDNA, yaitu daerah ITS1-5,8S rDNA-ITS2, menggunakan primer universal ITS1/ITS4 (White *et al.*, 1990), untuk memastikan patogen yang menyebabkan gejala penyakit pada inang yang dianalisis. Wening *et al.* (2014) melaporkan kajian keragaman genetik *Ganoderma* yang diisolasi dari wilayah Indonesia dan menyimpulkan bahwa tubuh buah yang digunakan dalam sampel penelitian tersebut adalah *Ganoderma* sp. Selain itu, digunakan juga primer spesifik IT1/IT2 yang dikombinasikan dengan penggunaan M1ul untuk pemotongan DNA hasil amplifikasi tersebut



**Gambar 1.** Sampel kultur jamur (A), tubuh buah jamur (B) dan jaringan terinfeksi patogen yang digunakan dalam proses ekstraksi DNA (C)



**Gambar 2.** Sebagian tahap proses ekstraksi DNA dan PCR



**Gambar 3.** Contoh hasil elektroforesis gel (kiri) dan hasil sekuensing DNA (kanan) (Wening *et al.*, 2015)

(Utomo *et al.*, 2005). Identifikasi ini berguna untuk mengetahui spesies *Ganoderma* atau untuk mengetahui apakah *Ganoderma* sp. yang dianalisis bersifat patogenik terhadap kelapa sawit atau tidak. Secara morfologi, spesies *Ganoderma* sulit dibedakan karena bentuk atau warna tubuh buah *Ganoderma* sp. tergantung pada substrat pada inangnya. Informasi tersebut penting diketahui dalam melakukan penelitian-penelitian biologi, epidemiologi dan pengendalian *Ganoderma* sp.

b. *Fusarium* spp.

Penyakit layu kelapa sawit yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* merupakan penyakit utama kelapa sawit di Afrika Tengah dan Barat (Cooper *et al.*, 1989; Cooper, 2011) dan termasuk kategori karantina A1. Selain itu, berbagai kasus tanaman bergejala *spear rot disease* di Indonesia berasosiasi dengan *Fusarium* spp. yang diduga sebagai salah satu patogen penyebab (Priwiratama, 2018). Identifikasi *Fusarium* spp. dilakukan dengan melakukan sekuensing fragmen DNA hasil amplifikasi daerah ITS rDNA, menggunakan primer universal ITS1/ITS4 (White *et al.*, 1990). Lebih spesifik lagi, identifikasi dilakukan dengan melakukan sekuensing daerah gen TEF-1 menggunakan primer ef1/ef2 (O'Donnell *et al.*, 1998). Selain sebagai *DNA barcoding* untuk mewaspadaikan kemungkinan masuknya patogen karantina A1, identifikasi tersebut juga berguna sebagai upaya karakterisasi patogen penyebab penyakit *spear rot* yang hingga kini belum diketahui patogen primernya.

2. Identifikasi bakteri

a. Fitoplasma

Penyakit *lethal yellowing* pada kelapa sawit yang disebabkan oleh *Ca. Phytoplasma palmae* (grup 16SrIV) termasuk penyakit utama di Amerika (Harrison *et al.*, 2002) dan Afrika (Myrie *et al.*, 2006) juga merupakan patogen karantina A1. Identifikasi fitoplasma didasarkan pada sekuen gen 16S rRNA yang dihasilkan menggunakan *nested* PCR dengan pasangan primer P1/P7 (Deng & Hiruki 1991) yang mengamplifikasi sekuen gen 16S rRNA dan sebagian gen 23S rRNA, dilanjutkan dengan

pasangan primer R16F2n/R16R2 (Gundersen & Lee 1996) dan FU5/RU3 untuk mengamplifikasi sebagian gen 16S rRNA (Hodgetts and Dickinson, 2010). Identifikasi fitoplasma ini berguna sebagai *DNA barcode* bagi karantina di Indonesia dan karakterisasi fitoplasma sebagai patogen penyebab penyakit pada berbagai macam tanaman.

b. Bakteri secara umum

Identifikasi bakteri umumnya dilakukan dengan menggunakan sekuen gen 16S rRNA pada seluruh *hypervariable regions* (V1-V9) (Yang *et al.*, 2016) menggunakan pasangan primer universal 8F/1492R (Turner *et al.*, 1999). Informasi sekuen tersebut menjadi dasar identifikasi berdasarkan kesamaan sekuen data di NCBI (Beye *et al.*, 2018) selain juga pertimbangan sebagai spesies baru.

Lebih lanjut, *DNA barcoding* akan digunakan pada penelitian-penelitian yang direncanakan akan dilakukan, seperti identifikasi spesies hama/patogen baru pada kelapa sawit, identifikasi keragaman mikroorganisme pada lahan endemik dan non endemik penyakit, identifikasi mikroorganisme pada komponen pupuk hayati, identifikasi berbagai mikroorganisme endofit pada serangga sebagai upaya pengendalian hama, dan lain sebagainya.

## KESIMPULAN

*DNA barcoding* memiliki arti penting pada industri kelapa sawit sehingga kegiatan aplikasinya masih terbuka lebar. *DNA barcoding* merupakan teknologi yang masih berkembang dan memiliki beberapa tantangan. Sehingga dalam aplikasinya, perlu dilakukan beberapa penyempurnaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ball, S.L., K.F. Armstrong. 2006. DNA barcodes for insect pest identification: a test case with tussock moths (Lepidoptera: Lymantriidae). *Canadian Journal of Forest Research* 36(2):337–350.
- Beye, M., N. Fahsi, D. Raoult, P.E. Fournier. 2018. Careful use of 16S rRNA gene sequence similarity values for the identification of

- Mycobacterium* species. *New Microbes New Infect.* 22. doi: 10.1016/j.nmni.2017.12.009
- Bonants, P., E. Groenewald, J.Y. Rasplus, M. Maes, P. de Vos, J. Frey, N. Boonham, M. Nicolaisen, A. Bertacini, V. Robert, I. Barker, L. Kox, M. Ravnkar, K. Tomankova, D. Caffier, M. Li, K. Armstrong, J. Freitas-Astúa, E. Stefani, J. Cubero, L. Mostert. 2010. QBOL: a new EU project focusing on DNA barcoding of quarantine organisms. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 40(1):30–33.
- Campanaro, A., N. Tommasi, L. Guzzetti, A. Galimberti, I. Bruni, M. Labra. 2019. DNA barcoding to promote social awareness and identity of neglected, underutilized plant species having valuable nutritional properties. *Food Research International* 115: 1–9.
- CBOL Plant Working Group. 2009. A DNA barcode for land plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 12794–12797.
- Cooper, R.M., J. Flood, R. Mepsted. 1989. *Fusarium* wilt of oil palm: transmission, isolate variation, resistance. In: Thamos, E.C. and C.H. Beckman. *Vascular Wilt Disease of Plants*. NATO ASI Series. Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-3-642-73166-2\_18.
- Cooper, R.M. 2011. *Fusarium* wilt of oil palm: a continuing threat to Southeast Asian plantations. *The Planters* 87:409-418.
- Deng, S., C. Hiruki. 1991. Amplification of 16S rRNA genes from culturable and non culturable mollicutes. *Journal of Microbiological Methods* 14:53-61.
- Ekrem, T., E. Willassen, E. Stur. 2007. A comprehensive DNA sequence library is essential for identification with DNA barcodes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 43: 530–542.
- Fazekas, A.J., P.R. Kesanakurti, K.S. Burgess, D.M. Percy, S.W. Graham. 2009. Are plant species inherently harder to discriminate than animal species using DNA barcoding markers? *Molecular Ecology Resources* 9(Suppl. 1): 130–139.
- Gundersen, D.E., I.M. Lee. 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopathologia Mediterranea* 35:144-151.
- Harrison, N.A., M. Narvaez, H. Almeyda, I. Cordova, M.L. Carpio, C. Oropeza. 2002. First report of group 16SrIV phytoplasmas infecting coconut palms with yellowing symptoms on pacific coast of Mexico. *Plant Pathology* 15: 808 – 808.
- Hebert, P.D.N., A. Cywinska, S.L. Ball, J.R de Waard. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London, series B* 270: 313–321.
- Hodgetts, J., M. Dickinson. 2010. Fitoplasmaphylogeny and detection based on genes other than 16S rRNA. Di dalam: Weintraub PG, Jones P, editor. *Phytoplasmas: Genomes, Plant Hosts and Vectors*. Wallingford, UK: CAB International. hlm 108-128.
- Hollingsworth, P.M., S.W. Graham, D.P. Little. 2011. Choosing and Using a Plant DNA Barcode. *PLoS ONE* 6(5): e19254.
- Hugenholtz, P., B.M. Goebel, N.R. Pace. 1998. Impact of culture independent studies on the emerging phylogenetic view of bacterial diversity. *Journal of Bacteriology* 180(18):4765–4774.
- Jinbo, U., Kato, T., Ito, M. 2011. Current progress in DNA barcoding and future implications for entomology. *Entomological Science* 14: 107–124.
- John, A., J.A. Hawkins, K. Stephen, S.K. Jones Jr., J. Ilya, I.J. Finkelstein, H. William, W.H. Press. 2018. Indel-correcting DNA barcodes for high throughput sequencing. *PNAS*. 115(27):6217-6226. <https://doi.org/10.1073/pnas.1802640115>.
- Kress, W.J., D.L. Erickson. 2008. DNA barcodes: Genes, genomics and bioinformatics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105(8): 2761-2762.
- Kress, W.J., K.J. Wurdack, E.A. Zimmer, L.A. Weigt, D.H. Janzen. 2005. Use of DNA barcodes to identify flowering plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102: 8369–8374.
- Kress, W.J., D.L. Erickson, N.G. Swenson, J.

- Thompson, M. Uriarte, J.K. Zimmerman. 2010. Advances in the use of DNA barcodes to build a community phylogeny for tropical trees in a Puerto Rican forest dynamics plot. *PLoS ONE* 5: e15409.
- Lahaye, R., M. Van der Bank, D. Bogarin, J. Warner, F. Pupulin, G. Gigot, O. Maurin, S. Duthoit, T.G. Barraclough, V. Savolainen. 2008. DNA barcoding the floras of biodiversity hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105 (8): 2923–2928.
- Lebonah, D. E., A. Dileep, K. Chandrasekhar, S. Sreevani, B. Sreedevi, J.P. Kumari. 2014. *Advances in Biology*. 2014: 541787.
- Links, M.G., T.J. Dumonceaux, S.M. Hemmingsen, J.E. Hill. 2012. The chaperonin-60 universal target is a barcode for bacteria that enables de novo assembly of metagenomic sequence data. *PLoS ONE* 7(11): e49755.
- Makarova, O., N. Contaldo, Paltrinieri, G. Kawube, A. Bertaccini, M. Nicolaisen. 2012. DNA barcoding for identification of “*Candidatus phytoplasmas*” using a fragment of the elongation factor Tu gene. *Plos ONE* 7(12): e52092.
- Myrie, W.A., L. Paulraj, M. Dollet, D. Wray, B.O. Been. 2006. First report of lethal yellowing disease of coconut palms caused by phytoplasma on Nevis Island. *Plant Disease* 90 (6): 834.
- Nilsson, R.H., L. Tedersoo, K. Abarenkov, M. Ryberg, E. Kristiansson, M. Hartmann, C.L. Schoch, J.A.A. Nylander, J. Bergsten, T.M. Porter, A. Jumpponen, P. Vaishampayan, O. Ovaskainen, N. Hallenberg, J. Bengtsson-Palme, K.M. Eriksson, K.-H. Larsson, E. Larsson, U. Kõljalg. 2012. Five simple guidelines for establishing basic authenticity and reliability of newly generated fungal ITS sequences. *MycKeys* 4: 37–63.
- Nobandegani, B.J., H.M. Saud, W.M. Yun. 2014. Specific Genomic Fingerprints of Phosphate Solubilizing *Pseudomonas* Strains Generated by Box Elements. *Biomed Research International*. 2014: 496562.
- O'Donnel, K., H.C. Kistler, E. Cilgenik, R.C. Ploetz. 1998. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 95: 2 0 4 4 - 4 0 4 9 .  
<http://www.pnas.org/content/95/5/2044.full>.
- Priwiratama, H. 2018. Recent status of spear rot disease of oil palm in Indonesia. *Proceeding of International Oil Palm Conference 17-19 July 2018*. Medan, Indonesia.
- Ratnasingham, S., P.D.N. Hebert. 2007. Bold: The Barcode of Life Data System ([www.barcodinglife.org](http://www.barcodinglife.org)). *Molecular Ecology Notes* 7(3): 355–364.
- Schoch, C.L., K.A. Seifert, S. Huhndorf, V. Robert, J.L. Spouge, C.A. Levesque, W. Chen, F.B. Consortium. 2012. Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for *Fungi*. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 109 (16) 6241-6246; <https://doi.org/10.1073/pnas.1117018109>
- Steinke, D., M. Vences, W. Salzburger, A. Meyer. 2005. Taxl: a software tool for DNA barcoding using distance methods. *Philosophical Transactions B* 360(1462): 1975-1980.
- Susanto A. 2012. S.O.P. Pengendalian *Ganoderma* di Perkebunan Kelapa Sawit. *Seri Kelapa Sawit Populer 08*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan. 70 hal.
- Taberlet, P., L. Gielly, G. Pautou, J. Bouvet. 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Molecular Biology* 17: 1105–1109.
- Thomas, C. 2009. Plant barcode soon to become reality. *Science* 325: 526.
- Tian, Q., W. Zhao, S. Lu, S. Zhu, S. Li. 2016. DNA Barcoding for Efficient Species- and PathovarLevel Identification of the Quarantine Plant Pathogen *Xanthomonas*. *PLoS ONE* 1 1 ( 1 1 ) : e0165995. doi:10.1371/journal.pone.0165995.
- Tnah, L.H., S.L. Lee, A.L. Tan, C.T. Lee, K.K.S. Ng, C.H. Ng, Z.N. Farhanah. 2019. DNA barcode database of common herbal plants in the tropics: a resource for herbal product authentication. *Food Control* 95: 318-326.

- Turner, S., K.M. Pryer, V.P. Miao, J.D. Palmer. 1999. Investigating deep phylogenetic relationships among cyanobacteria and plastids by small subunit rRNA sequence analysis. *J. Eukaryot Microbiology* 46 (4): 327-338
- Utomo, C., S. Werner, F. Niepold, H.B. Deising. 2005. Identification of, the causal agent of basal stem *Ganodermarot* disease in oil palm using a molecular method. *Mycopathologia* 159: 159–170.
- Wening, S., A.E. Prasetyo, F. Yanti, A.Susanto. 2014. Variabilitas Genetik Ganoderma Isolat Indonesia. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*22(3): 123-133.
- Wening, S., A.E. Prasetyo, A. Susanto. 2015. Deteksi Akurat penyakit kelapa sawit dengan analisis DNA. *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit*, Yogyakarta, 19-20 Mei 2015. 296-301.
- White, T.J., T. Bruns, S. Lee, J. Taylor. 1990. *Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics*. In: Innis, M. A., D.H. Gelfand, J. J. Sninsky and T. J. White, editors, PCR protocols: a guide to methods and application. Academic Press, New York. p. 315-322.
- Wong, T.H., G.W.C. But, H.Y. Wu, S.S.K. Tsang, D.T.W. Lau, P.C. Shaw. 2018. Medicinal Materials DNA Barcode Database (MMDBD) version 1.5—one-stop solution for storage, BLAST, alignment and primer design. *Database* 2018. article ID bay112. doi:10.1093/database/bay112
- Yang, B., Y. Wang, P.Y. Qian. 2016. Sensitivity and correlation of hypervariable regions in 16S rRNA genes in phylogenetic analysis. *BMC Bioinformatics* 17(1). doi:10.1186/s12859-016-0992-y



## Keragaan Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan di Lahan Eks Tambang Batubara

Suroso Rahutomo, Dhimas Wiratmoko, Muhdan Syarovy, Iput Pradiko dan Winarna

### ABSTRAK

Selain sebagai tanaman industri, kelapa sawit juga mampu berkontribusi pada perbaikan kualitas lingkungan misalnya melalui fiksasi karbondioksida dalam jumlah yang signifikan dari udara. Kedua peran tersebut menjadi dasar pertimbangan untuk memilih kelapa sawit sebagai alternatif tanaman budidaya di lahan bekas tambang. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi keragaan tanaman kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) di sebuah lahan bekas tambang batubara. Proses reklamasi lahan bekas tambang batubara di lokasi penelitian telah dilakukan dengan baik sehingga terbentuk lahan dengan karakter yang bukan merupakan faktor pembatas untuk budidaya kelapa sawit seperti kedalaman solum mencapai 80 cm, kelerengan < 25%, sifat kimia tanah yang tidak terlalu jauh berbeda dari tanah asal, kandungan logam berat dalam air di bawah baku mutu, tidak ada perubahan landscape yang ekstrim, dan tumbuhnya vegetasi lain seperti kacang penutup tanah, sengan, rumput lunak, serta beberapa spesies tumbuhan lokal. Pertumbuhan kelapa sawit TBM di lahan bekas tambang batu bara ini cukup baik dan seragam, salah satu indikatornya adalah nilai Indeks Luas Daun (ILD) sebesar 1,59-2,89 yang beradaptasi dengan standar ILD pada TBM kelapa sawit. Jika Best Management Practices diterapkan secara konsisten, kelapa sawit yang telah dibudidayakan di area bekas tambang batubara di lokasi penelitian ini berpotensi untuk berproduksi optimal secara berkelanjutan.

Kata kunci: reklamasi, tambang, kelapa sawit

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

Suroso Rahutomo (✉)

Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan, Indonesia  
Email : srahutomo01@gmail.com

### PENDAHULUAN

Perkembangan luas areal kelapa sawit di Indonesia hingga mencapai lebih dari 14 juta ha (Dirjenbun, 2017) saat ini tidak dapat dilepaskan dari permintaan pasar terhadap beragam produk turunan dari minyak sawit. Produk utama kelapa sawit adalah minyak sawit dalam bentuk *crude palm oil* (CPO) dan *palm kernel oil* (PKO) yang selanjutnya diproses untuk menghasilkan beragam produk pangan dan non pangan yang sangat mudah ditemukan di kehidupan masyarakat sehari-hari. Hal ini berkaitan dengan karakter minyak sawit yang memiliki keseimbangan komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuh serta kandungan nutrisi termasuk vitamin E yang tinggi (Purba, 2015). Beberapa produk tersebut diantaranya adalah minyak makan, margarine, *cocoa butter substitute*, biodiesel, kosmetik, produk-produk *toiletries*, produk-produk *pharmaceutical*, *enrichment* vitamin untuk produk-produk minuman, dan puluhan jenis produk lainnya.

Selain kegunaan di dunia industri, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman kelapa sawit juga memiliki kontribusi terhadap kualitas lingkungan. Setiap hektar kebun kelapa sawit dapat secara netto menyerap karbon dioksida sebanyak 64,5 ton CO<sub>2</sub> per tahun (PASPI, 2016). Dengan total luas perkebunan kelapa sawit menghasilkan saat ini mencapai lebih dari 10 juta hektar, diperkirakan lebih dari 60 juta ton karbon dioksida dari udara terserap oleh perkebunan kelapa sawit di Indonesia setiap tahunnya. Di sisi lain, penelitian terdahulu oleh Hidayat *et al.* (2013) menunjukkan bahwa rentang nilai serapan air kelapa sawit adalah sebesar 1.476-1.674 mm/per tahun, lebih rendah dibandingkan tanaman padi (1.500–2.850 mm/tahun), jagung (1.200-2.250 mm/tahun), atau kedelai (1.350-2.475 mm/tahun).

Meskipun akhir-akhir ini industri minyak sawit dihadapkan pada tantangan rendahnya harga CPO dan isu negatif di perdagangan global, peluang usaha agribisnis perkebunan kelapa sawit di Indonesia

diprediksi masih terbuka yang dipacu oleh peningkatan serapan dalam negeri melalui program bioenergi. Tantangan lainnya adalah terbatasnya sumber daya lahan dengan karakteristik optimum untuk pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit di Indonesia, sehingga pengembangan perkebunan kelapa sawit akhirnya mengarah ke lahan-lahan marjinal dengan berbagai faktor pembatas.

Salah satu lahan marjinal yang potensial untuk budidaya kelapa sawit adalah lahan bekas tambang. Di beberapa daerah, kelapa sawit telah dibudayakan di areal bekas tambang timah (Rahutomo *et al.*, 2010), bauksit, dan batu bara meskipun proporsinya masih sangat sedikit dibanding luas total perkebunan kelapa sawit Indonesia. Selain merupakan upaya untuk rehabilitasi lahan dan perbaikan kualitas lingkungan lahan, budidaya kelapa sawit di lahan bekas tambang diharapkan mampu memberikan manfaat kesejahteraan bagi masyarakat sekitar mengingat usaha agribisnis kelapa sawit umumnya menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar serta menimbulkan *multiplyer effects* bagi percepatan pertumbuhan ekonomi daerah setempat (Agustira and Rafiola, 2017; Agustira *et al.*, 2015).

Dalam rangka memberikan informasi tentang budidaya kelapa sawit di lahan bekas tambang, sebuah studi telah dilakukan melalui observasi langsung di suatu lahan bekas tambang batu bara yang berlokasi di Kalimantan Selatan. Studi ini bertujuan untuk (i) menginventarisasi kondisi umum lahan bekas tambang batubara setelah dilaksanakan proses reklamasi, (ii) mengevaluasi keragaan kelapa sawit di area reklamasi lahan bekas tambang batubara, dan (iii) memberikan saran teknis lanjutan untuk perbaikan performa dan produksi kelapa sawit di lahan bekas tambang batubara yang berkelanjutan di masa mendatang.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan melalui observasi langsung di lapangan, wawancara, penghimpunan data sekunder, dan penghimpunan data primer. Observasi dilakukan terhadap kondisi lahan, tanaman, dan gambaran pelaksanaan kultur teknis di lapangan. Kondisi lahan yang diamati meliputi kenampakan *landscape*, penampang tanah, serta bangunan konservasi tanah dan air. Observasi kondisi tanaman

utamanya mencakup pertumbuhan tanaman dan gejala defisiensi hara. Gejala defisiensi hara diamati pada warna dan pola warna tersebut pada daun, sedangkan pertumbuhan tanaman diamati berdasarkan keragaan dan homogenitas tanaman secara umum. Pengamatan kultur teknis meliputi penunasan, pengawetan tanah dan air, jaringan jalan, pengendalian gulma, pengendalian hama dan penyakit, serta persiapan transisi dari masa tanaman belum menghasilkan (TBM) ke masa tanaman menghasilkan (TM).

Data sekunder yang dihimpun terutama adalah data iklim, tahapan proses kegiatan reklamasi, dan data analisis lab yang telah dilakukan sebelumnya. Untuk data primer, data yang dihimpun adalah data analisis tanah dan Indeks Luas Daun (ILD) tanaman kelapa sawit. Analisis tanah dilakukan di laboratorium PPKS untuk sampel tanah yang diambil dari dua lokasi yang berdekatan, yaitu di area reklamasi bekas tambang dan area yang bukan merupakan area reklamasi. ILD diukur pada beberapa sampel tanaman yang dipilih secara acak. Untuk menghitung ILD, luas daun (LD) dihitung terlebih dahulu menggunakan persamaan (i) sebagai berikut :

$$\text{Luas Daun (LD)} = b (2n \times p \times l) \dots\dots\dots \text{Persamaan (i)}$$

Keterangan:

- $b$  = Faktor koreksi (umur 1-2 tahun = 0,512; umur 4-7 tahun = 0,529, diatas 8 tahun = 0,573),
- $n$  = Jumlah anak daun satu sisi,
- $p$  = rata-rata panjang 6 anak daun yang diambil dari titik tengah pelepah ( $m^2$ ),
- $l$  = rata-rata panjang 6 anak daun yang diambil dari titik tengah pelepah ( $m^2$ )

Setelah diperoleh LD sesuai dengan persamaan (1), ILD dihitung dengan menggunakan persamaan (ii) sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jumlah Pelepah} \times \text{Jumlah Populasi} \times \text{Luas Daun (m}^2\text{)}}{\text{Luas Lahan (m}^2\text{)}}$$

Indeks Luas Daun :

..... persamaan (ii)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses reklamasi

Berdasarkan keterangan dari pengelola di lapangan, reklamasi lahan bekas tambang dimulai dari kegiatan pengisian kembali lubang tambang (*back filling*), kegiatan penataan lahan (*regrading*), penyebaran tanah pucuk (*spreading top soil*) dan kegiatan penanaman (*planting*). Kegiatan utama *back filling* adalah mengisi/menutup kembali lubang tambang dengan tanah lapisan penutup (*over burden*) yang telah diambil sebelumnya. Kegiatan ini dilakukan setelah cadangan bahan tambang di lokasi sudah tidak ekonomis untuk kegiatan penambangan. Penataan lahan (*regrading*) dilakukan terhadap timbunan-timbunan yang berada di luar pit tambang (*out pit dump*) dengan mengaturnya sedemikian rupa untuk membentuk *landscape* permukaan yang cembung dengan kemiringan/kelerengan maksimal sebesar 25% dan mengelola air larian permukaan melalui pembuatan jaringan drainase disekeliling lahan yang telah ditata. Kemiringan lahan 25% ini bila dibandingkan dengan syarat tumbuh kelapa sawit masuk ke dalam *range* faktor pembatas sedang yang dinyatakan oleh Lubis (2008) sebesar 15-30%.

Setelah proses penataan lahan sudah memenuhi ketentuan dan syarat-syarat yang ditentukan, proses selanjutnya adalah penebaran tanah pucuk. Tanah pucuk sebelumnya diambil pada lapisan atas dengan ketebalan 100 cm yang kemudian disimpan pada *landbank* untuk kemudian disebar setelah proses penataan lahan. Penyebaran tanah pucuk ini bertujuan untuk memberikan media perakaran sesuai yang dibutuhkan tanaman. Untuk mencegah tanah pucuk tererosi, maka dibangun parit-parit/guludan disepanjang punggung dan ujung lahan yang telah ditebar tanah pucuk. Dalam budidaya kelapa sawit, parit/guludan ini juga sangat penting sebagai tindakan konservasi air. Dengan parit/guludan ini air dapat ditahan pada penampang tanah lebih lama sebagai cadangan untuk mendukung proses metabolisme tanaman selama beberapa waktu terutama pada saat terjadi *dry spell* (kejadian hari tanpa hujan berturut-turut) yang panjang (Murti Laksono *et al.*, 2009).

Penanaman (*planting*) yang dilakukan di area reklamasi tambang bara dalam penelitian ini adalah penanaman *cover crop* dari spesies *Calopogonium mucunoides*, *Centrosema pubescens*,

dan *Pueraria javanica*. Pada saat observasi lapangan, sebagian kacang tersebut masih bertahan namun sudah mulai kalah bersaing dengan beberapa jenis rumputan yang lebih dominan. Menurut informasi dari petugas lapangan, tanaman sengon (*Albasia* spp) sebagai tanaman *fast growing* juga ditanam bersamaan dengan penanaman *cover crop* dan mampu tumbuh dengan sangat baik, namun pada saat observasi lapangan tanaman tersebut sudah digantikan dengan kelapa sawit.

### Morfologi, sifat fisik, dan sifat kimia tanah

Pengamatan pada salah satu singkapan profil menunjukkan bahwa proses reklamasi telah membentuk lapisan tanah setebal kurang lebih 80 cm. Lapisan tanah ini berwarna merah, tekstur berdasarkan sidik cepat di lapangan tergolong liat berpasir, drainase cukup baik, dan dapat ditembus perakaran kelapa sawit. Lapisan ini dapat diperbandingkan dengan *solum* pada profil tanah tidak terganggu. Di bawah lapisan tanah pucuk terdapat lapisan yang mengandung fragmen batuan dan pasir kasar. Untuk sifat kimia tanah, hasil analisis laboratorium terhadap sampel tanah yang diambil di area reklamasi dan sampel tanah yang diambil di area berdekatan namun bukan merupakan area reklamasi disajikan pada Tabel 1. Secara umum, sifat kimia tanah pada sampel yang diambil dari area yang bukan merupakan lahan bekas tambang relatif lebih baik dibandingkan pada sampel yang diambil dari areal eks tambang. Hal ini terlihat dari nilai pH, C-organik, kapasitas tukar kation, dan kejenuhan basa pada sampel dari luar area eks tambang yang lebih tinggi dibandingkan pada sampel yang diambil di area eks tambang.

Morfologi, sifat fisik, dan sifat kimia tanah pada lahan bekas tambang berbeda jika dibandingkan dengan tanah asalnya (Rahutomo *et al.*, 2006). Meskipun demikian, secara umum sifat-sifat tanah tersebut akan berubah lebih baik seiring dengan pertambahan umur lahan bekas tambang. Hal ini berkaitan dengan peningkatan kandungan bahan organik secara alami dari dekomposisi serasah tanaman yang telah tumbuh, perkembangan perakaran di penampang tanah, serta mikroorganisme yang mulai kembali aktif. Hasil penelitian Kustiawan (2001) menunjukkan bahwa sifat fisik dan morfologi tanah pada suatu lahan bekas tambang batubara system terbuka berangsur-angsur berubah menjadi lebih

baik seiring dengan pertambahan umur lahan bekas tambang yang ditandai dengan pembentukan batas horizon, warna horizon, pembentukan struktur, distribusi liat, konsistensi, dan *soil bulk density* yang lebih baik. Hasil penelitian lainnya oleh Lim *et al.* (1991) menunjukkan bahwa sifat kimia tanah di areal bekas tambang timah berubah menjadi lebih baik

setelah lima tahun revegetasi dengan tanaman kelapa sawit ditambah dengan aplikasi bahan organik yang cukup. Hal ini menunjukkan bahwa selain umur lahan, budidaya tanaman yang tepat disertai dengan pelaksanaan kultur teknis yang sesuai dapat memacu proses perbaikan sifat fisik dan kimia tanah menjadi lebih cepat.

**Tabel 1.** Hasil analisis laboratorium terhadap sampel tanah dari area eks tambang batu bara dan sampel tanah di lokasi yang berdekatan namun bukan merupakan area reklamasi, sampel diambil dari dalam dan luar piringan tanaman kelapa sawit.

Uraian	Areal Eks Tambang		Luar Areal Eks Tambang	
	Dalam Piringan	Luar Piringan	Dalam Piringan	Luar Piringan
pH H <sub>2</sub> O	4,8	4,9	5,7	5,8
pH KCl	4,0	4,0	4,9	4,9
C (%)	0,32	0,30	0,86	1,08
N (%)	0,06	0,05	0,13	0,13
C/N	5	6	7	8
P-Bray2 (ppm)	5,01	<0,01	1,74	<0,01
K-dd (me/100g)	0,14	0,13	0,08	0,12
Ca-dd (me/100g)	0,82	0,78	0,45	0,64
Na-dd (me/100g)	0,06	0,07	0,07	0,08
Mg-dd (me/100g)	1,27	1,12	4,67	5,50
KTK (me/100g)	7,26	6,35	10,51	10,80
KB (%)	32	33	50	59
Kejenuhan Al (%)	10.89	8.3	0.38	0.31

### Air Asam Tambang

Hasil analisis terhadap air pada 7 (tujuh) *pit* di lokasi penelitian menunjukkan bahwa nilai tanah tersuspensi adalah berkisar antara 2-82 mg/L; pH air berkisar antara 6,2-6,3; kandungan Mn berkisar 0,0526-0,262 mg/L; kandungan Fe berkisar 0,0560-0,330 mg/L; dan kandungan Cadmium kurang dari 0,0010 mg/L (Tabel 2). Hasil analisis tersebut secara umum lebih rendah dari ambang batas atas yang dipersyaratkan dalam peraturan daerah setempat yang mengatur tentang baku mutu air limbah.

### Tanaman pendukung *biodiversity*

Kegiatan reklamasi bekas tambang di lokasi penelitian menghasilkan satu bentang lahan

(*landscape*) yang terdiri dari areal berlereng dengan drainase baik, areal-areal rendahan dengan drainase yang agak terhambat, dan cekungan terisi air yang membentuk danau kecil. Pada saat observasi lapang, sebagian besar area reklamasi tersebut telah ditanami kelapa sawit sebagai tanaman utama dengan berbagai spesies tanaman yang tumbuh di antaranya (rumput lunak, kacang, alang-alang, dan beberapa jenis gulma lunak). Di pinggiran blok-blok pertanaman kelapa sawit terlihat tanaman bunga pukul delapan (*Turnera subulata*). Tanaman ini memiliki ciri mahkota bunga berjumlah 5 helai yang tersusun seperti terompet, berwarna putih dengan pola kuning dan hitam di bagian pangkalnya. Mahkota bunga tersebut mekar pada sekitar pukul 8 pagi dan menguncup kembali sekitar tengah hari sehingga disebut bunga

**Tabel 2.** Hasil analisis air pada lahan bekas tambang batubara di lokasi penelitian.

Hasil Pengukuran		Total Suspended Soil (mg/L)	pH Air (pH unit)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)	Cd (mg/L)
Ambang	Bawah	-	6	-	-	-
Batas*	Atas	200	9	4	7	0.05
Lokasi	1	11	6.3	0.0526	0.056	<0.0010
	2	82	6.2	0.0762	0.33	<0.0010
	3	36	6.3	0.0681	0.0998	<0.0010
	4	72	6.4	0.0967	0.226	<0.0010
	5	2	6.2	0.144	<0.0500	<0.0010
	6	14	6.2	0.262	0.0604	<0.0010
	7	34	6.3	0.97	0.19	<0.0010



**Gambar 1.** Tanaman *Turnera subulata* di pinggir blok budidaya kelapa sawit di lahan bekas tambang batubara.

pukul delapan. Nektar dari kelenjar ekstra floral *Turnera subulata* merupakan makanan bagi imago *Brachymeria* spp yang merupakan parasitoid ulat pemakan daun kelapa sawit (Prawirosukartoet *al.*, 2005)

Sebagian area rendah yang berdekatan dengan danau buatan telah ditanami spesies tumbuhan lokal seperti beringin (*Ficus* spp) dan tambaratan. Penanaman spesies-spesies tumbuhan lokal ini sangat bermanfaat sebagai *buffer zone* antara

wilayah budidaya kelapa sawit dengan danau. Selain itu, spesies-spesies tumbuhan lokal ini diharapkan menjadi penyeimbang untuk *biodiversity* di kemudian hari, tidak hanya dari keragaman spesies tanaman namun juga menjadi habitat untuk berbagai fauna. Selanjutnya *buffer zone* berikut danau ini nantinya dapat diharapkan menjadi area yang didelineasi sebagai *High Conservation Value (HCV)* seperti yang telah umum dikenal dalam konsep dan praktek pembangunan perkebunan kelapa sawit berkelanjutan.

## Tanaman kelapa sawit

### *Keragaan umum*

Penanaman kelapa sawit di lokasi penelitian dilakukan setelah area reklamasi ini ditanami *cover crop* dan sengon selama kurang lebih tiga tahun. Kelapa sawit dipilih dengan pertimbangan tanaman ini memiliki kemampuan sebagai *multi purpose spesies*, yaitu memiliki keragaman kegunaan yang sangat luas untuk industri selain fungsinya untuk penyerapan karbondioksida serta perbaikan sifat fisik, kimia, dan morfologi tanah di area bekas tambang. Pada saat penelitian, tanaman kelapa sawit di lokasi ini telah berumur antara 2 hingga 3 tahun. Pertumbuhan kelapa sawit tersebut cukup jagur dan homogen, meskipun sebagian kecil kelapa sawit di areal-areal

rendahanterlihat tertekan jika dibandingkan dengan tanaman di areal-areal dengan drainase yang lebih baik. Tandan buah yang cukup banyak telah muncul di sebagian tanaman, meskipun berdasarkan data umur tanaman dan keragaan tanaman di lapangan kelapa sawit di kedua area reklamasi tersebut masih tergolong dalam periode tanaman belum menghasilkan. memiliki kemampuan sebagai *multi purpose spesies*, yaitu memiliki keragaman kegunaan yang sangat luas untuk industri selain fungsinya untuk penyerapan karbondioksida serta perbaikan sifat fisik, kimia, dan morfologi tanah di area bekas tambang. Pada saat penelitian, tanaman kelapa sawit di lokasi ini telah berumur antara 2 hingga 3 tahun. Pertumbuhan kelapa sawit tersebut cukup jagur dan homogen, meskipun sebagian kecil kelapa sawit di areal-areal



**Gambar 2.** Keragaan tanaman kelapa sawit yang cukup jagur di areal reklamasi



**Gambar 3.** Tandan buah yang telah muncul di sebagian tanaman



rendahan terlihat tertekan jika dibandingkan dengan tanaman di areal-areal dengan drainase yang lebih baik. Tandan buah yang cukup banyak telah muncul di sebagian tanaman, meskipun berdasarkan data umur tanaman dan keragaan tanaman di lapangan kelapa sawit di kedua area reklamasi tersebut masih tergolong dalam periode tanaman belum menghasilkan.

Kultur teknis standar terlihat telah dilaksanakan terutama untuk pengendalian gulma, pengendalian hama dan penyakit, dan pemupukan. Penyemprotan herbisida terhadap alang-alang (*Imperata cylindrica*) di gawangan dan piringan terlihat telah dilakukan, sementara gejala serangan hama dan penyakit tidak terlihat di kedua area reklamasi tambang. Gejala defisiensi hara baik N, P, K, dan Mg tidak terlihat, yang menunjukkan bahwa tanaman memperoleh suplai hara yang relatif cukup dari tindakan pemupukan yang telah dilakukan selama penanaman kelapa sawit. Beberapa kegiatan kultur teknis untuk persiapan tanaman menuju masa tanaman menghasilkan seperti kastrasi dan pembukaan pasar pikul telah mulai dilaksanakan pada saat penelitian berlangsung.

#### Penutupan Tajuk dan Indeks Luas Daun (ILD)

Penutupan tajuk kelapa sawit berbeda dengan tanaman hutan. Sifat morfologi tanaman kelapa sawit memiliki karakteristik yang khas, yaitu bentuk tajuk yang memiliki bidang proyeksi ke arah permukaan tanah berbentuk lingkaran, dengan jari-jari relatif panjang. Dengan morfologi tersebut, ukuran tajuk kelapa sawit lebih sering dihubungkan dengan nilai *leaf area index* (LAI), yaitu suatu nilai yang menggambarkan perbandingan antara luas daun seluruh tanaman dalam satu luasan lahan. Sebagai contoh dalam satu hektar lahan, nilai LAI 1 menunjukkan bahwa luas seluruh daun yang ada dalam lahan tersebut adalah  $10.000 \text{ m}^2$ .

Hubungan antara umur tanaman dengan *leaf area index* (LAI) pada tanaman kelapa sawit bersifat linear, yaitu tanaman yang berumur semakin tua akan memiliki nilai LAI yang semakin tinggi. Hasil penelitian terdahulu oleh Harahap (2006) yang mengukur bidang proyeksi pada berbagai umur tanaman dengan populasi 128-130 pohon per hektar menunjukkan bahwa tanaman muda dengan tajuk tanaman belum bersinggungan memiliki nilai LAI berkisar 1,8-3,1. Tajuk tanaman ini akan berkembang seiring

pertambahan umur tanaman, yaitu akan bersinggungan saat tanaman memasuki usia remaja dan akan saling bertempaan (*intersection*) pada tanaman dewasa. Hasil pengukuran pada beberapa sampel pohon di lokasi penelitian menunjukkan nilai LAI sekitar 1,59-2,89. Nilai LAI tersebut mendekati nilai LAI yang umum pada tanaman kelapa sawit pada rentang umur yang sama di lahan non reklamasi. Dengan demikian, berdasarkan nilai LAI pertumbuhan tanaman di area reklamasi lahan bekas tambang batubara ini tergolong normal.

#### Saran Teknis Pemeliharaan Lanjutan

Berdasar keragaan tanaman yang sudah cukup baik tersebut, saran teknis lanjutan yang diajukan lebih banyak mencakup upaya persiapan untuk mendukung keberhasilan transisi dari masa tanaman belum menghasilkan ke masa tanaman menghasilkan serta upaya agar budidaya kelapa sawit di area bekas tambang batubara ini menjadi kegiatan agribisnis yang berkelanjutan. Saran teknis lanjutan tersebut adalah sebagai berikut :

- Kelapa sawit di lokasi penelitian merupakan tanaman belum menghasilkan yang akan terus tumbuh dengan kanopi dan batang yang semakin membesar hingga tanaman memasuki masa tanaman menghasilkan (TM). Kultur teknis standar sebaiknya konsisten diterapkan sehingga produksi tandan buah segar dapat mencapai standar paling tidak pada kelas lahan S3 (sesuai *marginal/marginally suitable*).
- Apabila kegiatan panen telah dilakukan, tandan kosong sawit (TKS) perlu dikembalikan ke areal kebun. Setelah kegiatan penambangan, kandungan bahan organik dalam tanah telah berkurang sehingga input bahan organik termasuk TKS sangat diperlukan untuk menjaga kemampuan tanah memegang air (*water holding capacity*), menjaga kelangsungan kehidupan berbagai mikroorganisme, dan juga sebagai sumber hara melalui proses mineralisasi.
- Area-area yang tidak mungkin ditanami kelapa sawit misalnya area di sekitar danau buatan sebaiknya segera didelineasi dan ditetapkan sebagai *area High Conservation Value (HCV)*.

#### KESIMPULAN

Proses reklamasi lahan bekas tambang batubara di lokasi penelitian telah dilakukan dengan

baik sehingga mampu meminimalkan faktor-faktor pembatas yang berpotensi menghambat pertumbuhan vegetatif dan produksi kelapa sawit seperti kedalaman solum, kelerengan, serta perubahan *landscape* yang ekstrim. Proses reklamasi ini telah berlangsung lebih dari 5 tahun dengan beberapa vegetasi telah ditumbuhkan di area reklamasi sehingga sifat fisik dan kimia tanah cukup untuk mendukung pertumbuhan kelapa sawit. Jika *Best Management Practices* diterapkan secara konsisten, kelapa sawit yang telah dibudidayakan di area bekas tambang batubara di lokasi penelitian ini berpotensi untuk berproduksi optimal secara berkelanjutan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, M.A., R. F. Ranola, A. J. U. Sajise, and L. M. Florece. 2015. Economic impacts of smallholder oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantations on peatlands in Indonesia. *Journal of Economics, Management & Agricultural Development*. 1(2):105-123
- Agustira, M.A., and R. F. Ranola. 2017. Economic gains and losses of sustainable smallholder oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantations on peatlands in Indonesia. *International Invention Journal of Arts and Social Science*. 4(2):31-42.
- Dirjenbun. 2017. Statistik perkebunan Indonesia 2016-2018: Kelapa sawit. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementrian Pertanian. 46p
- Harahap, I., Y . 2006. Penataan ruang pertanaman kelapa sawit berdasarkan pada konsep optimalisasi pemanfaatan cahaya matahari. *Warta PPKS*. 14 (1): 9-15.
- Hidayat, T. C., I. Y. Harahap, Y. Pangaribuan, S. Rahutomo., W. A. Harsanto, W. R. Fauzi. 2013. *Air dan kelapasawit*. Pusat PenelitianKelapaSawit. Medan.
- Kustiawan, W. 2001. Perkembangan vegetasi dan kondisi tanah serta revegetasi pada lahan bekas galian tambang batubara di Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmiah Kehutanan Rimba Kalimantan*. 6(2):20:31
- Lim, K.H., I. Hussain, and K. R. Pillai. 1991. Trial on oil palm cultivation on tin tailings. *In 1991 PORIM International Oil palm Conference*. Kualalumpur, Malaysia. PORIM.
- Lubis, A. 2008. *Kelapasawit di Indonesia*. Pusat PenelitianKelapaSawit. Medan.
- Murti Laksono, K., W. Darmosarkoro, E.S. Sutarta, H.H. Siregar, W. Darmosarkoro, and Y. Hidayat. 2009. Effort in increasing of oil palm production through application of soil and water conservation measures. *Jurnal Tanah Tropika*. 14(2):135-142
- PASPI, 2016. *Mitos dan fakta industry minyak sawit Indonesia dalam susosial, ekonomi dan lingkungan global*. Palm Oil Agribusiness Strategic Policy Institute. Bogor.
- Prawirosukarto, S. Syamsudin dan Darmosarkoro, W. 2005. *Tanaman Penutup Tanah dan Gulma Pada Kebun Kelapa Sawit (Buku II)*. Pusat PenelitianKelapaSawit (PPKS). Medan.
- Purba, J, H, V., 2015. *Thoughts on sustainability, the palm oil sector and the role of the government in Indonesia*. Kesatuan Press. Bogor.
- Rahutomo, S., Winarna, H. Santosa, dan E.S. Sutarta. 2010. Aplikasi zeolit pada tanah berpasir untuk media pembibitan kelapa sawit. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 9(1):13-18.
- Rahutomo, S., E. S. Sutarta, dan Sugiyono. 2006. Menambang minyak sawit di lahan bekas tambang. *Warta PPKS*. 14(2):1-14.

## Kajian Penerapan Sistem Klaster untuk Panen Kelapa Sawit

Aries Sukariawan<sup>1</sup>, Wagino<sup>1</sup>, Fariz Hilal Nasution<sup>1</sup> dan Suroso Rahutomo

### ABSTRAK

Istilah “klaster panen” digunakan di beberapa kebun kelapa sawit sebagai pedoman untuk kegiatan panen. Klaster panen didasarkan pada jumlah brondolan di piringan pohon sebelum tandan dipotong, terbagi menjadi lima (A, B, C, D, E) dengan jumlah brondolan 1 butir pada klaster A yang semakin meningkat hingga > 20 butir pada klaster E. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan sistem klaster panen pada dua kelompok umur tanaman kelapa sawit (7 dan 10 tahun) termasuk pengamatan terhadap jumlah brondolan setelah buah dipotong dan waktu yang diperlukan untuk pengutipan brondolan. Penelitian dilakukan antara Mei hingga Agustus 2017 di salah satu perkebunan milik negara di Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanen lebih banyak memotong buah pada klaster D yaitu ketika brondolan di piringan pohon berjumlah 6-20 butir. Jumlah brondolan setelah tandan dipotong dan menyentuh permukaan tanah meningkat seiring dengan peningkatan klaster dari A ke E, demikian juga waktu pengutipan brondolan tersebut. Pada klaster yang sama dalam penelitian ini, tanaman umur 10 tahun (rerata posisi tandan dari permukaan tanah 5,16 m dan rerata bobot tandan 20.87 kg) memiliki jumlah brondolan setelah dipotong yang lebih banyak dan memerlukan waktu pengutipan brondolan lebih lama dibanding pada tanaman umur 7 tahun (posisi tandan 2.97 m dari permukaan tanah dan rerata bobot randan 10.74 kg).

Kata kunci: *klaster, brondolan, panen*

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

Suroso Rahutomo (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia  
Email : srahutomo01@gmail.com

<sup>1</sup> Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agribisnis Perkebunan, Jalan Willem Iskandar Medan, Sumatera Utara, 20226

### PENDAHULUAN

Dalam usaha agribisnis kelapa sawit, salah satu kegiatan yang berkaitan langsung dengan capaian produktivitas dan kualitas minyak sawit adalah panen (Pahan, 2010; Mangoensoekaryo dan Semangun, 2005). Prinsip dasar kegiatan panen adalah memanen seluruh tandan buah yang dihasilkan tanaman untuk mencapai level rendemen minyak maksimal dan kualitas minyak terbaik. Untuk memenuhi prinsip dasar tersebut, ketepatan penentuan waktu panen tandan buah sangat diperlukan sehingga tidak terjadi panen buah mentah yang berakibat pada rendahnya rendemen minyak atau sebaliknya terjadi panen buah lewat matang yang berakibat pada banyaknya kehilangan brondolan pada saat pengangkutan ke pabrik dan tingginya kandungan asam lemak bebas (Lubis, 2008).

Secara praktis di lapangan, pemanen umumnya menggunakan dasar warna buah dan brondolan yang jatuh di piringan pohon untuk menentukan kriteria matang panen (Ramadhani, 2011; Madya, 2014). Secara umum, kisaran jumlah brondolan di piringan pohon menjadi pedoman utama bagi pemanen untuk mengambil keputusan memotong buah di pohon. Di beberapa kebun, kisaran jumlah brondolan ini disebut dengan istilah “*klaster*” untuk menggambarkan urutan derajat kematangan buah. Terdapat 5 klaster (A,B,C,D,E), klaster A dicirikan dengan 1 butir brondolan dan merupakan tandan yang derajat kematangannya paling rendah, sementara klaster E memiliki jumlah brondolan >20 butir dan merupakan tandan yang paling tinggi derajat kematangannya.

Sistem klaster untuk menentukan kriteria panen ini praktis diterapkan di lapangan karena sifatnya yang kuantitatif. Di sisi lain, semakin tua umur tanaman bobot tandan akan semakin berat dan pohon semakin tinggi. Dengan demikian, pada umur tanaman yang berbeda, kriteria klaster yang sama dapat menghasilkan jumlah brondolan berbeda setelah

tandan dipotong dan jatuh ke permukaan tanah. Hal ini berkaitan dengan perbedaan momentum gaya ketika tandan buah jatuh di permukaan tanah. Pada tanaman yang lebih tinggi dan bobot tandan lebih besar, momentum gaya akan lebih besar dibanding momentum gaya pada tandan yang dipanen dari tanaman lebih muda yang lebih pendek dengan bobot tandan lebih ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan sistem klaster panen pada dua kelompok umur tanaman kelapa sawit termasuk pengamatan terhadap jumlah brondolan setelah buah dipotong dan waktu yang diperlukan untuk pengutipan brondolan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di salah satu kebun milik negara yang berlokasi di Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara. Topografi di lokasi penelitian tergolong datar pada elevasi 201 m dpl. Kelas kesesuaian lahan di lokasi penelitian adalah S2 (*suitable/*sesuai). Penelitian berlangsung antara bulan Mei sampai Agustus 2017. Metode yang digunakan adalah analisa deskriptif melalui pengumpulan data primer di lokasi pada dua kelompok umur tanaman, yaitu 10 tahun (tahun tanam 2007) dan 7 tahun (tahun tanam 2010). Varietas di kedua kelompok umur tersebut adalah DxP Langkat produksi Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). Panen dilakukan dengan rotasi setiap minggu.

Pengamatan brondolan meliputi jumlah dan bobot brondolan di piringan pohon sebelum dan setelah tandan dipanen. Jumlah brondolan di piringan pohon sebelum tandan dipanen dikelompokkan

menjadi klaster A (1 butir), B (2-4 butir), C(5 butir), D (6-20 butir), dan E (>20 butir). Pengamatan juga dilakukan terhadap ketinggian posisi buah dari permukaan tanah, bobot tandan, waktu pengutipan brondolan, dan jumlah tandan per klaster. Untuk setiap kelompok umur tanaman, pengamatan ketinggian posisi buah dilakukan pada 30 pohon contoh, sedangkan pengamatan bobot tandan dilakukan pada 30 tandan sampel yang berasal dari enam TPH (tempat pemungutan hasil). Jumlah tandan pada setiap klaster dihitung dari enam acak panen pada setiap kelompok umur

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ketinggian posisi tandan dan rerata bobot tandan

Hasil pengukuran posisi ketinggian tandan dari permukaan tanah menunjukkan nilai 5,16 m ( $n=30$ ) untuk tanaman berumur 10 tahun dan 2,87 m ( $n=30$ ) untuk tanaman berumur 7 tahun (Tabel 1). Perbedaan ketinggian ini disebabkan oleh umur tanaman karena varietas pada kedua kelompok umur tanaman tersebut sama yaitu DxP Langkat. Dengan selisih umur tanaman 3 tahun, selisih posisi ketinggian buah adalah sekitar 2,3 m yang menggambarkan pertumbuhan meninggi sekitar 76 cm per tahun. Hal ini sesuai dengan karakteristik pertumbuhan meninggi DxP Langkat yang dilaporkan antara 75-80 cm/tahun (PPKS, 2018).

Rerata bobot tandan di TPH untuk tanaman umur 10 tahun adalah 20.87 kg ( $n=30$ ), sedangkan untuk tanaman berumur 7 tahun adalah 10,74 kg. Perbedaan bobot tandan hingga hampir 50% pada kedua umur tanaman ini lebih berkaitan dengan umur

**Tabel 1.** Posisi ketinggian tandan dan rerata bobot tandan

Uraian	Umur tanaman	
	7 tahun	10 tahun
Tinggi posisi tandan (m) <sup>1</sup>	2,87 ± 0,34	5,16 ± 0,25
Rerata bobot tandan (kg) <sup>2</sup>	10.74 ± 0,46	20.87 ± 0,44

### Keterangan :

<sup>1</sup> Diukur dari permukaan tanah

<sup>2</sup> Rerata bobot tandan di tempat pemungutan hasil (TPH), tanpa brondolan  
Angka setelah tanda ± adalah standard deviasi dari jumlah sampel ( $n=30$ )

tanaman. Bobot tandan pada kedua kelompok umur tanaman ini lebih tinggi dibandingkan dengan bobot tandan sesuai standar produktivitas kelapa sawit untuk varietas-varietas produksi PPKS di lahan dengan kelas kesesuaian lahan S2 (*suitable*). Secara umum, bobot tandan akan meningkat seiring dengan pertambahan umur tanaman namun dengan pola yang tidak linear. Bobot tandan meningkat tajam hingga tanaman berumur sekitar 10 tahun, akan terus meningkat seiring dengan pertambahan umur tanaman namun dengan peningkatan yang tidak setajam pada umur 3-10 tahun (Sutarta dan Rahutomo, 2013).

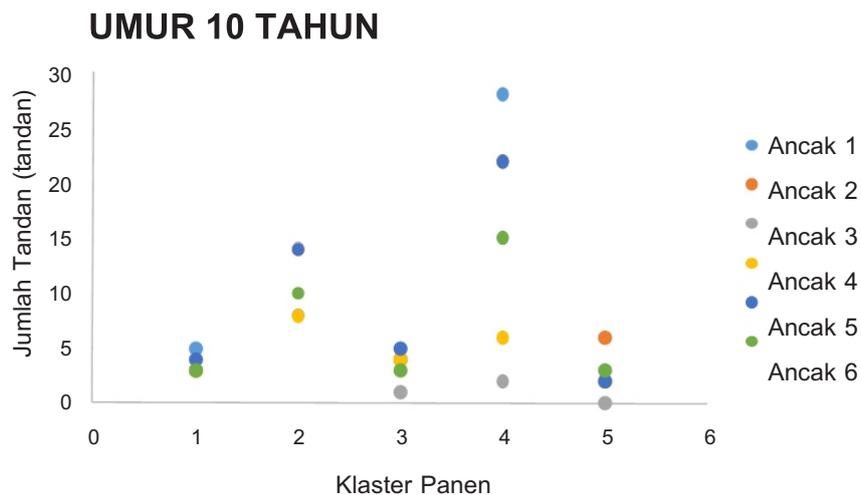
### Sebaran klaster panen

Total jumlah tandan dari enam ancak yang teridentifikasi berada dalam kriteria klaster panen pada penelitian ini adalah 220 tandan (umur 10 tahun) dan 304 tandan (umur 7 tahun). Tidak seperti rerata bobot tandan, jumlah tandan pada tanaman berumur 10 tahun lebih sedikit dibandingkan pada tanaman berumur 7 tahun. Hal ini sesuai dengan karakter produksi buah pada tanaman kelapa sawit, seiring pertambahan umur tanaman terdapat kecenderungan peningkatan rerata bobot tandan namun diikuti dengan penurunan jumlah tandan.

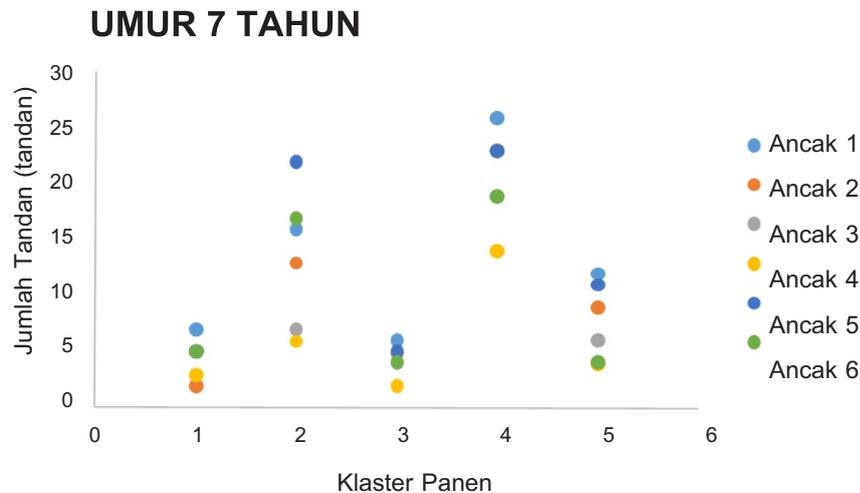
Meskipun terdapat perbedaan pada angka absolut jumlah tandan pada setiap klaster, pola sebaran persentase terhadap total jumlah tandan terpanen pada kedua kelompok umur tanaman relatif

sama yaitu terakumulasi pada klaster B,C, dan D (Gambar 1 dan Gambar 2). Kumulatif persentase ketiga klaster tersebut berturut-turut sebesar 84% dan 76% pada kelompok umur tanaman 10 dan 7 tahun. Dengan demikian, di kedua kelompok umur tanaman, pemanen umumnya memotong tandan ketika melihat brondolan di piringan pohon berjumlah antara 2-20 butir. Secara lebih khusus, tandan dipanen pada jumlah yang lebih banyak ketika brondolan di piringan pohon berjumlah 6-20 butir (klaster D).

Pada tanaman berumur 7 dan 10 tahun, persentase tandan terpanen pada klaster A berturut-turut sebesar 9% dan 10%. Hal ini menggambarkan bahwa tandan yang dipanen ketika jumlah brondolan di piringan pohon 1 butir relatif sama pada kedua kelompok umur tanaman. Pemanen berusaha untuk menghindari penalti akibat kesalahan memotong buah mentah, sehingga jumlah tandan pada klaster ini relatif rendah. Untuk klaster E, pada tanaman berumur 10 tahun jumlahnya hanya 6% sementara pada tanaman berumur 7 tahun mencapai 15%. Tingginya persentase klaster E pada kelompok umur tanaman 7 tahun karena sebagian tandan yang sudah memberondol tidak dipotong pada saat rotasi panen minggu tiba dan menyeberang ke rotasi panen minggu berikutnya. Hal ini disebabkan oleh kondisi gulma di piringan pohon yang kurang terkendali di kelompok umur tanaman tersebut, sehingga brondolan tertutup gulma dan tidak mudah terlihat oleh pemanen.



**Gambar 1.** Sebaran jumlah tandan di setiap klaster panen panen pada kelompok tanaman umur 10 tahun. Angka tanpa tanda kurung menunjukkan jumlah tandan kumulatif dari enam ancak panen, angka dalam tanda kurung menunjukkan persentase terhadap total jumlah tandan dari semua klaster (220 tandan).



**Gambar 2.** Jumlah tandan di setiap klaster panen panen pada kelompok tanaman umur 7 tahun. Angka tanpa kurung menunjukkan jumlah tandan kumulatif dari enam ancak panen, angka dalam kurung menunjukkan persentase terhadap total jumlah tandan dari semua klaster (304 tandan).

#### Selisih jumlah brondolan sebelum dan sesudah panen

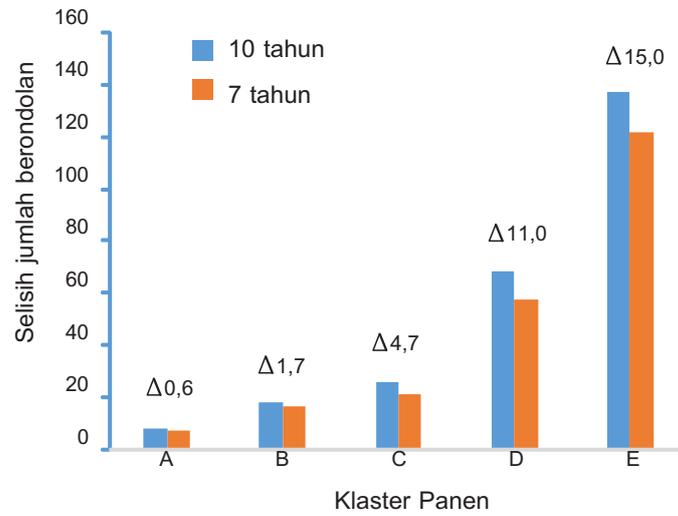
Rerata selisih jumlah brondolan per tandan antara sebelum dan sesudah panen untuk setiap klaster disajikan pada Gambar 3. Pada kedua kelompok umur tanaman, terdapat peningkatan nilai rerata selisih jumlah brondolan antara sebelum dan sesudah tandan dipanen dari klaster A ke klaster E. Selisih tersebut sebesar 0.6 butir pada klaster A, terus meningkat hingga pada klaster E selisihnya mencapai 15 butir. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sastrosayono (2003) dan Purba (2017) bahwa buah akan semakin mudah memberondol seiring dengan peningkatan derajat kematangan tandan. Pada tandan yang telah matang, buah memberondol karena kandungan minyak pada daging buah telah maksimal. Pemberondolan buah ini juga berkaitan dengan peningkatan konsentrasi etilen pada bagian butir buah yang menempel pada spikelet (Osborne *et al.*, 1992)

Pada setiap klaster panen, kelompok tanaman umur 10 tahun selalu memiliki selisih jumlah brondolan lebih banyak dibanding tanaman umur 7 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah brondolan terlepas setelah tandan dipotong dan membentur permukaan tanah lebih banyak pada tanaman yang lebih tua (10 tahun) dibandingkan pada tanaman umur 7 tahun. Posisi tandan yang lebih tinggi dan bobot tandan lebih berat pada tanaman umur 10 tahun

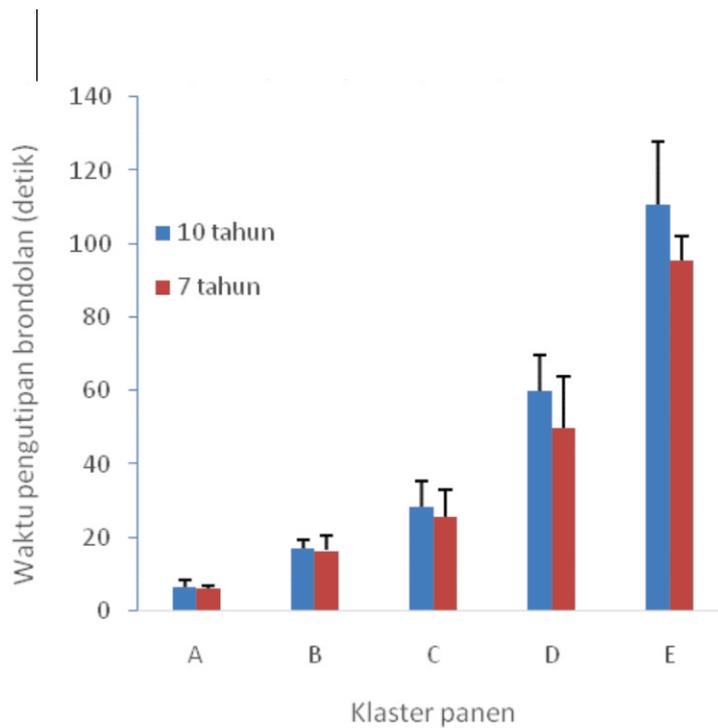
memungkinkan terjadinya momentum gaya lebih besar ketika tandan jatuh dan menyentuh permukaan tanah sehingga lebih banyak butir buah yang terlepas dari spikelet. Hasil pengamatan serupa dilaporkan oleh Purba (2017) yang menyatakan bahwa ketinggian posisi tandan dari permukaan tanah nyata meningkatkan jumlah buah memberondol dari tandan setelah dipanen.

#### Waktu pengutipan brondolan pada setiap klaster panen

Rerata waktu yang diperlukan untuk pengutipan brondolan pada setiap tandan di setiap klaster panen dan kelompok umur tanaman disajikan pada Gambar 4. Pada umur tanaman 10 maupun 7 tahun, waktu pengutipan brondolan semakin lama dari klaster panen A ke klaster E. Hal ini berkaitan dengan jumlah brondolan yang semakin banyak seiring dengan peningkatan kematangan buah. Secara khusus, pada setiap klaster panen yang sama waktu pengutipan brondolan untuk kelompok umur tanaman 10 tahun selalu lebih lama dibandingkan pada umur 7 tahun. Pada tanaman umur 10 tahun, posisi tandan yang lebih tinggi dan bobot tandan yang lebih berat mengakibatkan brondolan lebih banyak terlepas dan lebih terpecah di piringan pohon sehingga memerlukan waktu lebih lama untuk pengutipannya.



**Gambar 3.** Rerata selisih jumlah brondolan per tandan antara sebelum dan sesudah panen untuk setiap klaster panen pada kelompok umur tanaman 10 tahun dan 7 tahun. Tanda  $\Delta$  dan angka diatas *bar chart* menunjukkan selisih rerata jumlah brondolan tersebut di antara kedua kelompok umur tanaman.



**Gambar 4.** Rerata waktu (detik) yang diperlukan untuk pengutipan seluruh brondolan pada setiap tandan yang dipanen pada setiap klaster panen. *Error bars* menunjukkan standar deviasi.

## KESIMPULAN

Pada kondisi tanaman dan manajemen budidaya di lokasi penelitian ini, pemanen lebih banyak memotong buah pada klaster D yaitu ketika brondolan di piringan pohon berjumlah 6-20 butir. Jumlah brondolan setelah tandan dipotong dan menyentuh permukaan tanah meningkat seiring dengan peningkatan klaster dari A ke E, demikian juga waktu pengutipan brondolan tersebut. Pada klaster yang sama dalam penelitian ini, tanaman umur 10 tahun yang memiliki rerata posisi tandan dari permukaan tanah 5,16 m dan rerata bobot tandan 20.87 kg memiliki jumlah brondolan setelah dipotong yang lebih banyak dan waktu pengutipan brondolan lebih lama dibanding pada tanaman umur 7 tahun dengan posisi tandan 2.97 m dari permukaan tanah dan rerata bobot tandan 10.74 kg.

## DAFTAR PUSTAKA

- Lubis, A.U. 2008. Kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.) di Indonesia (Edisi 2). Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Madya, S. W. 2014. Teknik memanen kelapa sawit. Balai Besar Pelatihan Pertanian Binuang, Kalimantan Selatan
- Mangoensoekarjo, S. dan H. Semangun. 2005. Manajemen agribisnis kelapa sawit. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Osborne, .J., J. Henderson, and R.H.V. Corley. 1992. *Controlling fruit shedding in the oil palm*. Endeavour, New Series, Vol (14)4.
- Pahan, I. 2010. Panduan lengkap kelapa sawit: manajemen agribisnis dari hulu hingga hilir. Penebar Swadaya. Jakarta
- Purba I. R., Irsal, dan Meiriani. 2017. Hubungan fraksi kematangan dan ketinggian tandan terhadap jumlah buah memberondol panen kelapa sawit (*Elaeis Guinensis* Jacq.) di Kebun Rambutan PTPN 3. Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian USU. Vol.5.No.2. April 2017 (41):315-328.
- PPKS. 2018. *Product knowledge* : Profil, produk riset, dan pelayanan jasa. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. ISBN 978-602-7539-43-3.
- Ramadhani. 2011. Kriteria matang panen tandan buah segar (TBS) berdasarkan pengamatan brondolan di lapangan. Skripsi. STIPAP, Budidaya Perkebunan.
- Sastrosayono, S. 2003. Budidaya kelapa sawit. Agromedia Pustaka. Jakarta Selatan.
- Sutarta, E.S. and S. Rahutomo. 2013. *New standard for FFB Yield of IOPRI's planting materials based on Land Suitability Class*. Dalam : Kumpulan Poster 2010-2012. Pusat Penelitian Kelapa Sawit



## STATUS TERKINI HAMA KUMBANG MONCONG PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI INDONESIA

Agus Eko Prasetyo, Hari Priwiratama, Tjut Ahmad Perdana Rozziansha, Mahardika Gama Pradana dan Agus Susanto

### ABSTRAK

Tanaman kelapa sawit telah dibudidayakan di Indonesia selama lebih dari 150 tahun. Dalam perkembangannya, kelapa sawit tidak lepas dari permasalahan hama yang awalnya berasal dari tanaman budidaya yang lain terutama tanaman palma. Pada beberapa tahun terakhir telah dilaporkan adanya serangan berbagai hama kumbang moncong sebagai hama baru pada tanaman kelapa sawit di Indonesia. Hama tersebut adalah *Rhynchophorus vulneratus* pada Januari 2018 di Kalimantan Tengah, *R. bilineatus* pada Mei 2018 di Papua, *Sparganobasis subcruciata* pada April 2019 di Papua, dan *Rhabdoscelus obscurus* di Sumatera Utara dan Kalimantan Tengah. Stadia hama yang menyerang adalah fase larva dengan mekanisme menggerek bagian batang kelapa sawit. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa hama *R. vulneratus*, *R. bilineatus*, dan *S. subcruciata* menyerang tanaman kelapa sawit dewasa hingga tua sedangkan *R. obscurus* menyerang pembibitan kelapa sawit hasil kultur jaringan meskipun tingkat serangan masih sangat rendah. Umumnya, tanaman yang telah terserang akan mengalami kematian. Kedua jenis hama *Rhynchophorus* spp. menyerang batang bagian atas dengan gejala serangan pada tajuk secara visual mirip dengan penyakit busuk umbut, sebaliknya hama *S. subcruciata* menyerang batang bagian bawah sehingga kenampakan gejala secara visual pada tajuk tanaman seperti terserang *Ganoderma*. Deteksi dini sulit dilaksanakan sementara berbagai strategi pengendalian belum banyak dikembangkan. Hama ini berpotensi besar menjadi hama utama di perkebunan kelapa sawit di Indonesia sehingga kajian lengkap

bioekologi hama diperlukan sebagai pedoman penentuan metode monitoring dan strategi pengendalian yang efektif dan efisien.

Kata kunci: *Rhynchophorus vulneratus*, *R. bilineatus*, *Sparganobasis subcruciata*, *Rhabdoscelus obscurus*, hama baru, kelapa sawit

### PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman yang berasal dari Afrika Barat (Tinker, 2015). Tanaman ini pertama kali diintroduksi Kebun Raya Bogor, Indonesia pada tahun 1848 dan kemudian mulai dibudidayakan secara komersil pada tahun 1911 di kebun Sungai Liput, Aceh dan Pulu Raja, Sumatera Utara seluas 2.630 ha (Lubis, 2008). Hingga setelah introduksi serangga penyerbuk kelapa sawit *Elaeidoobius kamerunicus* (Coleoptera: Curculionidae) pada tahun 1982, perkembangan luas perkebunan kelapa sawit sangat pesat (de Chenon, 2016). Pada periode tahun 1911-1987, luas areal perkebunan kelapa sawit mengalami pertumbuhan yang landau kemudian selama kurun waktu tahun 1987-2017, grafik perkembangan luas sangat pesat hingga digambarkan berbentuk logaritmik meskipun kemudian cukup landau kembali pada 2 tahun terakhir dengan luas sekitar 14 juta ha (Ditjenbun, 2019).

Pada awalnya, budidaya kelapa sawit tidak dihadapkan dengan berbagai macam permasalahan hama dan penyakit. Namun penanaman yang bersifat monokultur dalam hamparan wilayah yang cukup luas dengan rerata masa hidup tanaman 25 tahun, berbagai hama dan penyakit kemudian dilaporkan menjadi permasalahan di perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Sebagai contoh, penyakit *Ganoderma* saat ini menjadi penyakit pada tanaman kelapa sawit paling destruktif yang berdampak pada penurunan populasi dan produktivitas kelapa sawit yang baru pertama

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

Agus Eko Prasetyo (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia  
Email: prasetyo\_marihat@yahoo.com

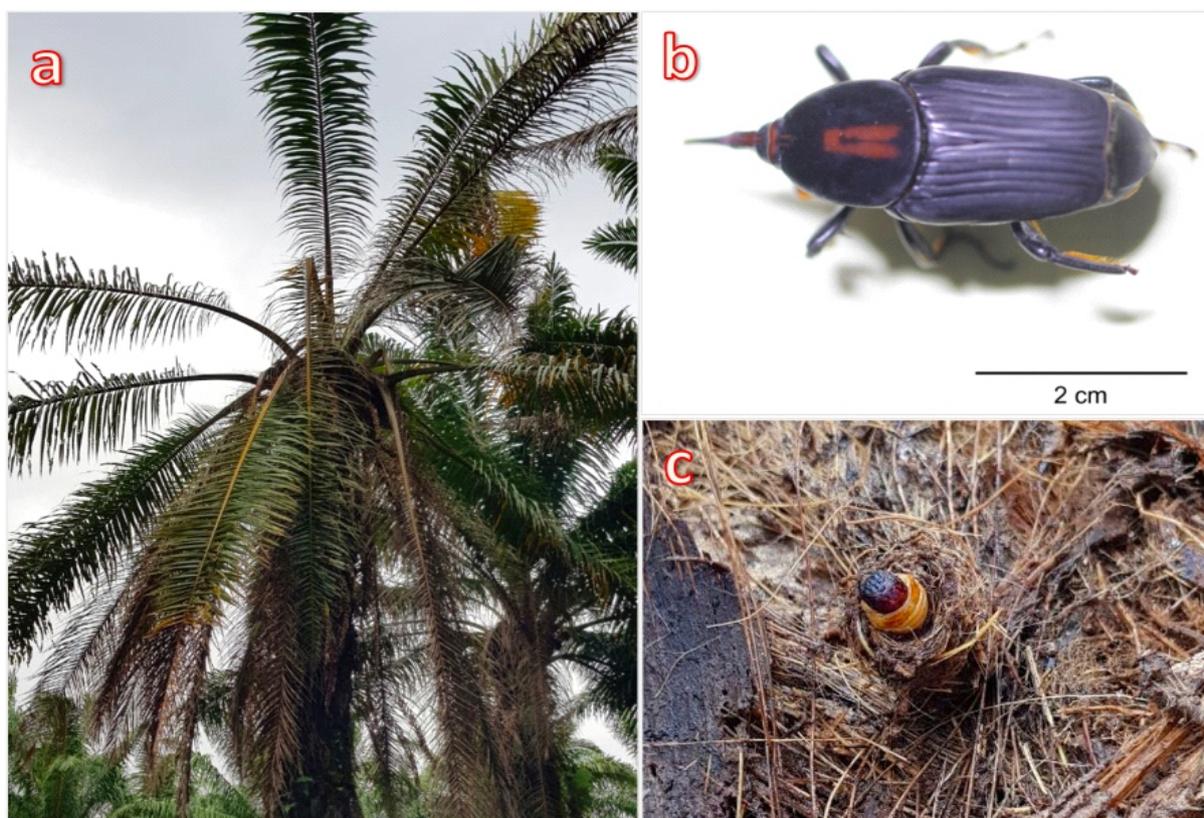
dilaporkan pada tahun 1931 (Susanto, 2012) yang diprediksi menyebabkan kerugian hingga 1 milyar rupiah/tahun di Indonesia (Darmono, 2011). Hama kumbang *Oryctes rhinoceros* yang awalnya menyerang tanaman kelapa, kini menjadi hama utama di perkebunan kelapa sawit khususnya di areal replanting (Susanto *et al.*, 2012). Selain itu hama ulat pemakan daun kelapa sawit seperti ulat api, ulat kantung, dan ulat bulu (Susanto *et al.*, 2012), penggerek buah tandan, tikus, belalang dan berbagai hama minor lainnya telah terbukti menyerang kelapa sawit yang pada awalnya menjadi hama pada tanaman selain kelapa sawit (Susanto *et al.*, 2015).

Pada beberapa tahun terakhir dilaporkan adanya serangan hama baru di perkebunan kelapa sawit yakni kumbang moncong di Indonesia. Beberapa kumbang moncong tersebut diketahui menjadi hama pada tanaman kelapa sawit di luar Indonesia bahkan menjadi permasalahan utama.

Ada tiga genera kumbang moncong yang awalnya tergolong dalam famili Curculionidae yang kemudian berubah menjadi famili Dryophthoridae, sub famili Dryophthorinae yang telah ditemukan menyerang kelapa sawit di Indonesia meliputi: *Sparganobasis*, *Rhynchophorus*, dan *Rhabdoscelus*.

#### ***Rhynchophorus* spp.**

Kumbang moncong *Rhynchophorus* spp. merupakan salah satu hama penggerek batang yang berasal dari Asia Selatan (Malumphy & Moran, 2007). Hama ini bersifat fitofag dan sangat destruktif terutama pada tanaman palma dan dikenal sebagai hama utama pada tanaman sagu, selain itu beberapa laporan menyatakan hama ini juga menyerang tanaman kelapa terutama pada kawasan Asia Tenggara seperti Indonesia, Malaysia dan Filipina (Wattanapongsiri, 1966, Sivapragasam *et al.*, 1990, Dutta *et al.*, 2010, Rugman-Jones *et al.*, 2013). Kumbang *Rhynchophorus* juga dikenal sebagai hama



**Gambar 1.** *Rhynchophorus bilineatus*: (a) gejala serangan yakni pelepah muda menggantung dan umumnya disertai dengan busuk umbut pada tanaman tua, (b) morfologi kumbang sisi lateral, (c) larva ditemukan menggerek batang bagian atas hingga bagian umbut



eksotik yang menyerang tanaman kurma di Timur Tengah dan Afrika Utara (Murphy & Briscoe, 1999) dan kelapa sawit di Amerika Selatan (Hodel *et al.*, 2016). Hingga saat ini kumbang *Rhynchophorus* dilaporkan telah menyerang 26 spesies palma dan telah tersebar hampir belahan dunia (Dembilio & Jaques, 2015). Dua spesies yakni *R. vulneratus* (*R. schach*) dan *R. bilineatus* telah dilaporkan pertama kali menyerang tanaman kelapa sawit di Indonesia berturut-turut adalah pada Januari 2018 di Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah dan pada Mei 2018 di Merauke, Papua.

#### Gejala Serangan dan Tingkat Kerusakan

Serangan hama *Rhynchophorus* spp. mirip dengan gejala penyakit busuk umbut (*spear rot disease*). Stadia hama yang menyerang adalah larva dengan menggerek batang pada bagian atas (umbut dan batang muda) sehingga pelepah daun akan mengalami patah dari bagian pangkal bahkan kemudian menggantung dimulai dari bagian atas (pelepah muda). Pelepah daun yang telah mengalami patah tersebut kemudian mengering dan tanaman mati (Gambar 1). Serangan sering diikuti dengan terjadinya infeksi sekunder oleh sejumlah jamur dan bakteri patogenik yang menyebabkan penyakit busuk umbut.

Wahizatul *et al.* (2013) menunjukkan larva kumbang moncong melakukan serangan dengan menggerek dan memakan titik tumbuh tanaman palma. Tajuk tanaman yang terserang mengalami pembusukan, mengering dan patah sehingga dapat mematikan tanaman. Pada serangan yang sangat berat, larva kumbang ini menggerek pada pangkal batang sehingga tanaman memiliki lubang-lubang gerek yang sangat banyak dan panjang yang dapat mengakibatkan tanaman mudah patah terutama bagian batang atas (Sarwar, 2016).

Kumbang moncong *R. vulneratus* diketahui menyerang tanaman kelapa sawit di Kalimantan Tengah pada umur lebih dari 10 tahun. Sedangkan spesies lain yakni *R. bilineatus* ditemukan telah menyerang tanaman kelapa sawit pada umur lebih dari 17 tahun di Papua. Kedua spesies kumbang moncong tersebut menyebabkan tanaman kelapa sawit mati atau tumbang pada lokasi masing-masing pengamatan meskipun dengan tingkat serangan masih sangat rendah yaitu kurang dari 0,01%. Pada tanaman kelapa, Hosang dan Salim (2014)

melaporkan bahwa serangan kumbang moncong *R. ferrugineus* sering bersimbiosis dengan kumbang badak *Oryctes rhinoceros* hingga menyebabkan penurunan produktivitas kelapa 40-55% di Sulawesi Utara dan Jawa Tengah. El-Sabea *et al.* (2009) juga menghitung tingkat kerugian yang ditimbulkan oleh hama *Rhynchophorus* spp. mencapai 25 juta dolar dengan tingkat serangan 5% pada tanaman kurma.

Adanya laporan serangan hama *Rhynchophorus* spp. ini menunjukkan telah terjadi pergeseran status dan pola makan kumbang tersebut pada tanaman kelapa sawit dan dikhawatirkan kumbang tersebut dapat menjadi salah satu hama utama pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Wahizatul *et al.* (2017) menyatakan bahwa meningkatnya perkembangan perkebunan kelapa dan kelapa sawit di India menyebabkan terjadinya peningkatan populasi dan distribusi kumbang moncong secara dramatis. Hal ini dapat menyebabkan *Rhynchophorus* spp. sebagai salah satu hama potensial yang dapat menyerang tanaman kelapa sawit. Idris *et al.* (2014) juga memprediksi pergeseran status hama *Rhynchophorus* spp. sebagai hama kelapa sawit sangat memungkinkan terjadi dalam beberapa dekade, sehingga sangat dibutuhkan pencegahan dan sensus awal untuk sarana rekomendasi pengendalian.

Terlebih lagi, spesies yang berbeda tetapi masih dalam genus yang sama yakni *R. palmarum* diketahui menjadi hama utama kelapa sawit di Amerika Tengah dan Afrika Barat. Bahkan spesies kumbang tersebut berperan sebagai vektor penyakit *bud rot* (Martinez *et al.*, 2009) maupun penyakit *red ring disease* (Gerber & Giblin-Davis, 1990; Susanto *et al.*, 2005). Oleh karena itu, meskipun tingkat serangan hama *Rhynchophorus* spp. di Indonesia masih sangat rendah, namun hama ini diprediksi dapat menjadi ancaman serius di perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun mendatang.

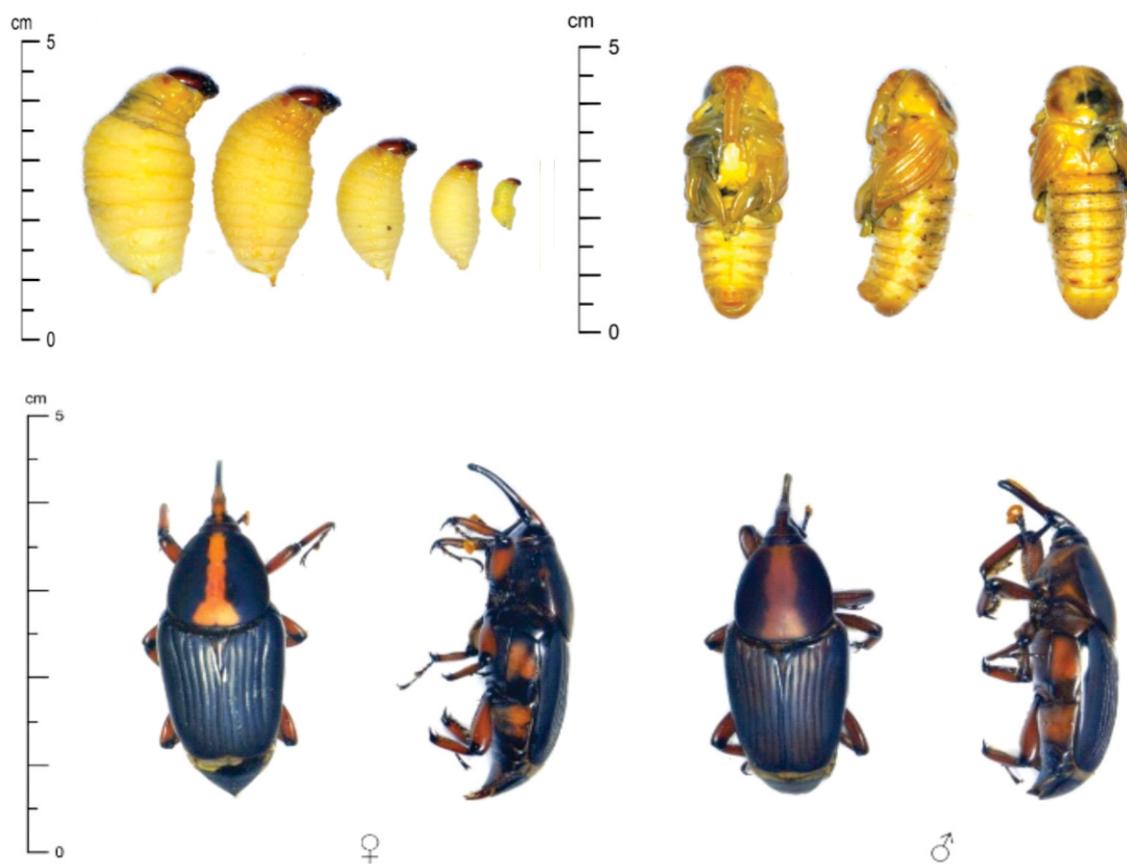
#### Deskripsi Morfologidan Siklus Hidup

Kumbang *R. vulneratus* dan *R. bilineatus* termasuk ke dalam ordo Coleoptera, Famili Dryophthoridae, Sub Famili Dryophthorinae berdasarkan adanya lapisan (*flap*) dorsal dan ventral diantara cakar serta letak antena berjarak dengan mata dan bentuk ujung antena yang membesar tanpa sekat (Royals *et al.*, 2017) meskipun Chamorro (2019) masih menggolongkan ke dalam famili Curculionidae

berdasarkan morfologi larva dan data kumpulan kumbang moncong Pulau Papua di Zootaxa oleh Setliff (2007). *Rhynchophorus* spp. sering disebut kumbang moncong karena bagian depan kepala yang memanjang yang disebut rostrum sehingga menyerupai moncong, di Indonesia juga dikenal sebagai kumbang sagu (Ditjenbun, 2009; Trisnadi, 2014). Rostrum menjadi tempat melekatnya antena dan alat mulut pada bagian bawah sehingga fungsi rostrum selain untuk makan juga digunakan untuk membantu peletakan telur (Morimoto, 2003).

*Rhynchophorus* spp. merupakan jenis kumbang moncong yang berukuran paling besar

(Ero, 2015). Panjang kumbang dapat mencapai lebih dari 4 cm, begitu juga dengan larva dan pupa. Corak warna pada tubuh kumbang *Rhynchophorus* spp. tidak dapat menjadi patokan utama untuk menentukan spesies karena sifat serangga yang dimorfisme, namun demikian secara umum corak warna sering digunakan untuk mempermudah identifikasi spesies sederhana seperti terlihat pada Gambar 2 merupakan *R. vulneratus*. Menurut Giblin-Davis (2016), karakter utama antar spesies *Rhynchophorus* spp. dibedakan dari bentuk ujung moncong (*elongated rostrum*), bagian bawah moncong, dan bentuk scutellum di bawah thorax.



**Gambar 2.** Larva, pupa dan imago kumbang *Rhynchophorus vulneratus* yang ditemukan menyerang tanaman kelapa sawit di Kalimantan Tengah



Umumnya, *Rhynchophorus* spp. memiliki siklus hidup sekitar 3-4 bulan. Kenampakan larva, pupa dan imago seperti terlihat pada Gambar 2. Fase telur akan menetas dalam waktu 7-10 hari dan larva berada di dalam batang tanaman yang diserang dengan waktu 2-3 bulan (Corley & Tinker, 2016). Pupa diselubungi dengan kokon yang berasal dari serabut sisa gerakan dengan lama hidup 2-3 minggu yang biasanya menempel di sisi luar lubang gerakan. Fase kumbang dapat bertahan hidup selama 3-5 bulan (Trisnadi, 2014).

#### Monitoring dan Pengendalian

Feromon *4 methyl 5 nonanol* dapat digunakan sebagai alat monitoring keberadaan hama *R. vulneratus* dan *R. bilineatus* dan bahkan sarana pengendalian dengan pemerangkapan fase kumbang (Prasetyo *et al.*, 2009; Giblin-Davis, 2016). Fase lain seperti larva atau telur cukup sulit diketahui terlebih lagi jika tanaman sudah cukup tinggi karena kedua fase ini terdapat di dalam batang khususnya di bagian atas (dekat dengan pucuk). Namun demikian, jika tanaman pendek, kadangkala keberadaan larva dapat diketahui dengan adanya suara gerakan. Suara gerakan batang oleh larva kumbang moncong juga dilaporkan oleh Froggatt (1936). Al-Manie and Alkanhal (2005) juga mengamati pada hama dari famili yang sama yakni larva *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) pada tanaman kurma (*Phoenix dactylifera* L.) di Arab Saudi. Fase pupa lebih mudah terlihat karena umumnya menempel pada dinding luar batang, tetapi biasanya kondisi tanaman sudah hampir mati. Oleh karena itu, sistem pengamatan adalah pohon per pohon (*palm by palm*) dengan mengamati gejala kerusakan yang ditimbulkan.

Selain feromon, penggunaan insektisida melalui injeksi batang atau infus akar juga dapat digunakan saat tanaman masih bergejala ringan. Beberapa parasitoid atau jamur entomopatogen juga potensial digunakan untuk mengendalikan hama. Seperti yang pernah diteliti oleh Moura *et al.* (1993) yakni lalat Tachinidae, *Paratheresia menezesi*, yang memarasit *R. palmarum* di Brazil atau Dembilio *et al.* (2010) yang mengisolasi salah satu strain jamur *Beauveria bassiana* dari *R. ferrugineus*.

#### **Sparganobasis subcruciata Marshall**

Kumbang moncong *Sparganobasis*

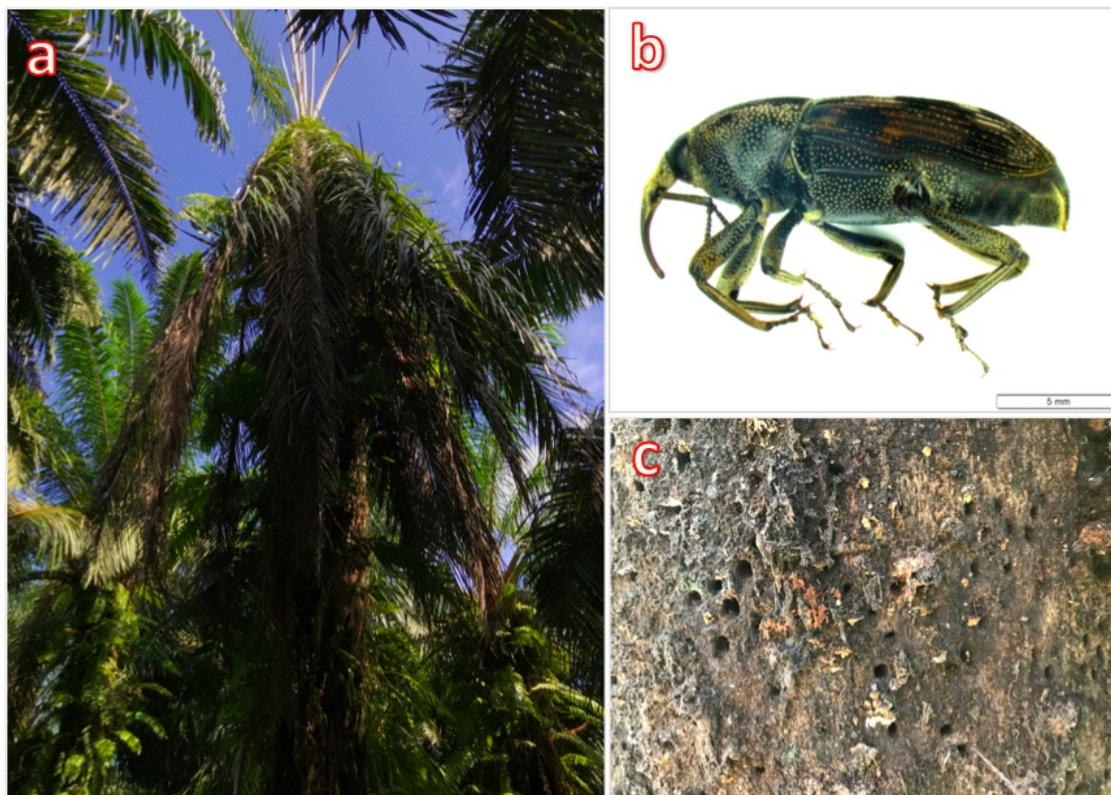
*subcruciata* Marshall (Coleoptera: Dryophthoridae: Dryophthorinae) pertama kali dilaporkan menyerang tanaman kelapa sawit di Merauke, Papua, Indonesia pada April 2018. Kumbang moncong ini sebelumnya juga dilaporkan pertama kalinya menyerang kelapa sawit di Papua Nugini (PNG) pada September 2010 oleh Dewhurst & Pilotti (2012). Hama *S. subcruciata* sebenarnya dikenal sebagai penggerek batang bawah tanaman palma (Froggatt, 1936) khususnya tanaman kelapa hingga menyebabkan tanaman menjadi tumbang (Simmonds 1925; French, 2006). Kumbang ini diketahui endemik di Indonesia Bagian Timur seperti di Manokwari, Papua Barat dan Pulau Bacan, Maluku Utara yang kemudian menjadi serangga koleksi di Museum of Natural History, London, Inggris (Marshall 1915) termasuk PNG (Froggatt, 1936).

#### Gejala dan Tingkat Serangan

Gejala serangan hama *S. subcruciata* mirip dengan serangan *Ganoderma* yakni kemunculan daun tombak lebih dari 3, pelepah tua menggantung, mengering hingga tanaman tumbang. Yang membedakan adalah terdapat banyak lubang berdiameter sekitar 1 cm pada batang pada ketinggian 0,5-2,55 m di atas permukaan tanah (Gambar 3). Lubang-lubang tersebut terbentuk dari terowongan yang dibuat oleh larva *S. subcruciata* yang menjadi stadia hama yang menyerang. Lever (1969) melaporkan bahwa larva *S. subcruciata* membuat terowongan pada batang tanaman kelapa dari titik bekas pangkal pelepah dan meninggalkan serbuk atau fiber bekas gerakan.

Umur tanaman kelapa sawit yang terserang hama *S. subcruciata* di Merauke, Papua adalah di atas 17 tahun. Hasil laporan Dewhurst & Pilotti (2012) di PNG juga menunjukkan umur yang sedikit lebih tua sama yakni 22 tahun. Serangga ini belum pernah dilaporkan menyerang tanaman kelapa sawit muda atau remaja. Preferensi hama *S. subcruciata* pada tanaman dewasa atau tua kelapa sawit dan hanya menyerang batang bagian bawah ini sangat menarik sebagai bahan kajian penelitian ke depan. Begitu juga dengan studi mengenai faktor-faktor predisposisi *S. subcruciata* dalam menyerang batang bawah kelapa sawit.

Serangan *S. subcruciata* seringkali juga ditemukan bersimbiosis dengan jamur patogenik penyebab penyakit busuk batang dimana beberapa diantaranya telah menghasilkan tubuh buah yang



**Gambar 3.** *Sparganobasis subcruciata*: (a) gejala serangan yakni pelepah tua menggantung dengan lebih dari 3 daun tombak pada tanaman tua, (b) morfologi kumbang sisi lateral, (c) banyak lubang pada batang berdiameter sekitar 1 cm pada ketinggian 0,5-2,55 m dari pangkal batang

kemudian dikenali berdasarkan kemiripan morfologinya sebagai tubuh buah *Ganoderma australe* (Susanto, 2012) dan *Kretzschmaria deusta* (Susanto & Prasetyo, 2016). Namun demikian, tidak semua tanaman bergejala memiliki pembusukan oleh kedua jamur tersebut sehingga luka gerakan larva *S. subcruciata* menjadi tempat masuknya mikroorganisme patogenik atau disebut dengan infeksi sekunder atau hama ini berpotensi menjadi vektor dua jamur patogen tersebut. Dewhurst & Pilotti (2012) juga melaporkan sinergisme serangan hama ini pada sebagian besar tanaman bergejala dengan infeksi patogen penyebab pembusuk batang *Ganoderma boninense* dan pembusuk pangkal pelepah *Thielaviopsis paradoxa*.

Keberadaan tanaman terserang *S. subcruciata* telah ada pada hampir setiap blok yang diamati di sebuah perkebunan kelapa sawit di Merauke dengan persentase serangan rerata sebesar

0,35% (pengamatan dilakukan pada 14 blok tahun tanam 1998 hingga 2000 yang dipilih secara acak dengan jumlah tanaman teramati sebanyak 46.907 pohon seluas 344,92 ha dari total luas kebun sebanyak 5.486 ha) dengan posisi tanaman yang terserang menyebar cukup merata. Melihat kondisi serangan yang cukup merata dan simbiosis dengan berbagai jamur patogenik, maka hama *S. subcruciata* berpeluang besar menjadi hama utama kelapa sawit khususnya di Indonesia Bagian Timur dalam decade ke depan.

#### Deskripsi Morfologi

Berdasarkan sejumlah spesimen kumbang yang dikoleksi kemudian diidentifikasi sebagai *S. subcruciata* berdasarkan spesimen yang sama di Museum Victoria, Australia serta kecocokan dengan dokumentasi dari situs PaDIL (McCaffrey, 2011). Kumbang *S. subcruciata* juga termasuk ke dalam Sub



Famili Dryophthorinae seperti halnya *Rhynchophorus* spp. (Royals *et al.*, 2017). Gambar 3 memperlihatkan bahwa kumbang memiliki warna yang bervariasi mulai dari kemerahan hingga kehitaman kusam dengan berbagai corak garis putih atau abu-abu di bagian elitra. Kumbang memiliki ukuran yang bervariasi yakni rerata panjang tubuh  $16,79 \pm 1,49$  mm, kumbang betina berukuran lebih panjang dibandingkan dengan kumbang jantan meliputi panjang kepala ( $2,31 \pm 0,82$  mm dibanding dengan  $2,02 \pm 0,59$  mm), panjang pronotum thoraks ( $4,78 \pm 0,40$  mm dibanding dengan  $4,67 \pm 0,23$  mm), panjang abdomen ( $9,85 \pm 1,48$  mm dibanding dengan  $9,33 \pm 1,48$  mm), panjang rostrum ( $5,60 \pm 0,18$  mm dibanding dengan  $5,31 \pm 0,29$  mm) dan panjang antena ( $4,60 \pm 0,21$  mm dibanding dengan  $4,48 \pm 0,56$  mm), kecuali panjang elitra.

#### Monitoring dan Pengendalian

Sistem monitoring atau deteksi dini keberadaan hama *S. subcruciata* skala luas belum banyak dikembangkan. Stadia hama berupa larva yang hidup di dalam batang sulit terdeteksi karena lubang seringkali tertutup oleh sisa pangkal pelepah. Lubang yang telah terlihat pada bagian permukaan batang umumnya menandai bahwa sebagian larva telah berubah bentuk menjadi pupa maupun kumbang (imago). Meskipun demikian, larva *S. subcruciata* yang sedang aktif menggerek di dalam batang dapat mengeluarkan serbuk atau serat kayu hasil gresakan atau menghasilkan suara yang dapat didengar dari jarak dekat. Suara gresakan batang oleh larva kumbang moncong juga dilaporkan oleh Froggatt (1936). Oleh karena itu, sistem pengamatan konvensional pohon per pohon (*palm by palm*) seperti halnya pengamatan *Ganodermapaling* ideal untuk dilakukan saat ini.

Metode pengendalian hama *S. subcruciata* juga belum banyak dikembangkan. Jika tanaman masih bergejala ringan, sistem injeksi atau infus akar menggunakan insektisida sistemik kemungkinan besar dapat mengendalikan fase larva yang sedang aktif menggerek di dalam batang. Namun, jika gejala serangan sudah berat, tanaman sebaiknya ditumbang dan dilakukan pengutipan serangga yang ditemukan karena tanaman akan sulit dipulihkan kembali.

Salah satu metode pengendalian yang berpeluang besar diaplikasikan dalam skala luas adalah penggunaan perangkap pada fase kumbang. Populasi kumbang yang menurun diharapkan dapat memutus siklus hidup hama tersebut. Seperti halnya

*Rhynchophorus* spp., penggunaan potongan segar batang kelapa sawit maupun tanaman palma lain dapat menarik kumbang *S. subcruciata*. Menurut Ero (2015), kumbang *S. subcruciata* sering dijumpai di sepanjang hari bersembunyi pada potongan segar batang kelapa sawit untuk memakan getah dan melakukan perkawinan meskipun tergolong serangga yang aktif pada malam hari (nokturnal). Hasil pengamatan pada cacahan satu batang kelapa sawit yang baru ditumbang menunjukkan bahwa rerata sebanyak 107 kumbang *S. subcruciata* akan datang selama 10 hari dengan pengamatan pada pagi-siang hari. Hal ini dapat dimanfaatkan dengan penutupan cacahan batang tersebut menggunakan jaring ikanyang dapat menjerat kumbang tersebut.

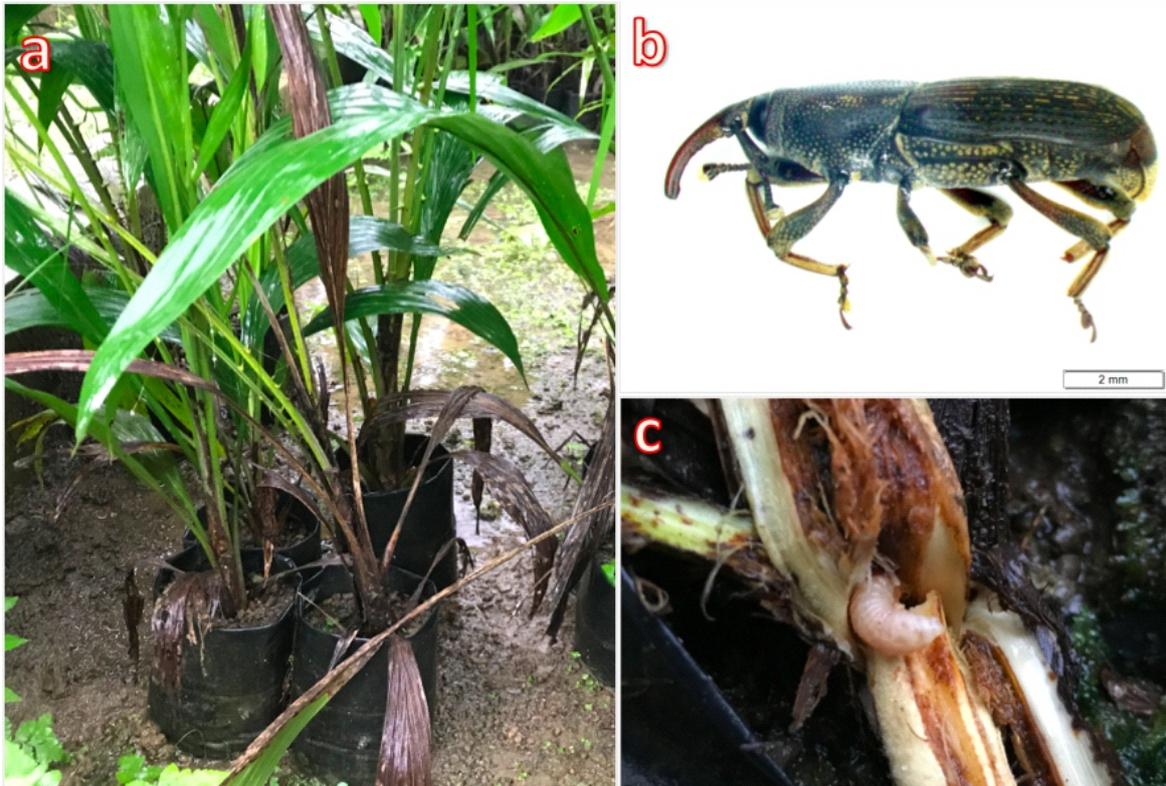
Pemerangkapan lain yang dapat digunakan adalah perangkap lampu (*light trap*) karena perilakunya yang cenderung aktif pada malam hari (nokturnal). Selain itu, identifikasi dan sintesis feromon yang spesifik terhadap *S. subcruciata* perlu segera dilakukan seperti sebelumnya telah dilaporkan bahwa penggunaan feromon sintesis telah terbukti efektif dan efisien dalam mengurangi populasi kumbang moncong lain di lapangan misalnya *4-methyl-5-nonanol* untuk memerangkap kumbang *Rhynchophorus* spp. (Prasetyo *et al.*, 2009), *Metamasius hemipterus* (Giblin & Davis, 2016) dan *2-methyl-4-octanol* untuk memerangkap *Rhabdoscelus* sp. (Muniappan *et al.*, 2004).

#### ***Rhabdoscelus obscurus* Boisduval**

Kumbang moncong yang ditemukan menyebabkan kematian pada bibit kelapa sawit kultur jaringan pada September 2018 di Simalungun, Sumatera Utara dan pada Oktober 2018 di Pulang Pisau, Kalimantan Tengah telah diidentifikasi sebagai *Rhabdoscelus obscurus*. Kumbang ini berukuran sekitar 12-14 mm, berwarna kemerahan hingga kecoklatan dengan pronotum memiliki corak kegelapan (Gambar 4). Ciri khas untuk membedakan dengan kumbang moncong lain genus *Cosmopolites*, *Metamasius*, dan *Sphenophorus* yang memiliki ukuran tubuh hampir sama adalah bentuk scutellum yang kecil dan ramping (Royals *et al.*, 2017).

#### Gejala dan Tingkat Kerusakan

Bibit kultur jaringan yang diserang berada pada tahap klimatisasi *pre nursery* hingga *main*



**Gambar 4.** *Rhabdoscelus obscurus*: (a) gejala serangan yakni daun mengering dimulai dari yang paling muda pada bibit aklimatisasi asal kultur jaringan, (b) morfologi kumbang sisi lateral, (c) satu larva ditemukan menggerek umbut bibit kelapa sawit

*nursery*. Secara visual, tanaman yang terserang akan memberikan gejala daun yang mengering yang biasanya dimulai dari daun muda. Sebanyak satu larva *R. obscurus* akan dijumpai menggerek bagian umbut bibit terserang tersebut (Gambar 4). Jika semua daun telah mengering dan mati, umumnya fase larva telah berubah menjadi pupa atau kumbang. Pupa diselubungi oleh kokon yang terbuat dari bekas serat gerakan. Kumbang *R. obscurus* juga sering dijumpai berkumpul mengunjungi pelepah atau batang kelapa sawit yang baru dipotong untuk memakan cairan (*sap*) yang dikeluarkan dan untuk melakukan perkawinan.

Larva *R. obscurus* hanya diketahui menyerang bibit kelapa sawit hasil kultur jaringan dan belum pernah dilaporkan menyerang bibit asal biji. Hal ini menarik untuk dikaji terutama struktur atau kandungan bibit kelapa sawit hasil kultur jaringan yang lebih disukai oleh *R. obscurus*. Pada bibit kultur

jaringan *main nursery* yang telah membesar (bonggol berdiameter lebih dari 2 cm) tidak lagi dijumpai adanya *R. obscurus*.

Tingkat serangan hama *R. obscurus* masih cukup rendah yakni kurang dari 5%. Akan tetapi, jika tidak dilakukan pengendalian, potensi bibit kelapa sawit terserang hama ini akan jauh lebih besar karena umumnya bibit kultur jaringan *pre nursery* masih berada di rumah kaca yang tertutup. Kondisi ini dapat mengakibatkan hama akan selalu berada di lokasi tersebut.

#### Deteksi dan Pengendalian

Deteksi dini keberadaan hama *R. obscurus* juga relatif sulit dilakukan. Pencegahan merupakan metode terbaik dalam mengantisipasi serangan hama kumbang moncong ini. Kondisi rumah kaca sebagai tempat aklimatisasi harus steril dari hama tersebut dengan semua dinding tertutup rapat dengan kaca

yang memiliki lubang maksimal 2-3 mm. Jika bibit kelapa sawit telah terdeteksi terserang, maka segera dikeluarkan dari rumah kaca aklimatisasi dan dilakukan penyemprotan menggunakan insektisida sistemik.

## KESIMPULAN

Hama kumbang moncong *Rhynchophorus vulneratus*, *R. bilineatus*, *Sparganobasis subcruciata*, *Rhabdoscelus obscurus* merupakan hama baru pada tanaman kelapa sawit di Indonesia. Larva merupakan stadia hama yang merusak kelapa sawit dengan cara menggerek bagian batang hingga tanaman tumbang atau mati. Meskipun tingkat serangan masih sangat rendah, tetapi melihat kerugian yang ditimbulkan pada tanaman lain maupun tanaman kelapa sawit di Afrika Barat dan Amerika Tengah, berbagai kumbang moncong ini berpotensi menjadi hama utama di perkebunan kelapa sawit di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Manie MA, Alkanhal MI. 2005. Acoustic detection of the red date palm weevil. *World Academy of Science, Engineering and Technology* 2: 160-163.
- Chamorro, M.L. 2019. An illustrated synoptic key and comparative morphology of the larvae of Dryophthorinae (Coleoptera, Curculionidae) genera with emphasis on the mouthparts. *Diversity* 11(4); 1-96. doi:10.3390/d11010004.
- Corley, R.V.H. and P.B. Tinker. 2016. *The Oil Palm, Fifth Edition*. UK: John Wiley & Sons, 692 p.
- Darmono TW. 2011. Strategi berperang melawan *Ganoderma* pada perkebunan kelapa sawit. Simposium Nasional & Lokakarya *Ganoderma* "Sebagai Patogen Penyakit Tanaman & Bahan Baku Obat Tradisional". IPB International Convention Center, Bogor 2-3 November 2011.
- de Chenon, R.D. 2016. Keynote speech: the current and future challenges of pests, disease, weeds and biodiversity in oil palm. *Proceeding of Sixth IOPRI-MPOB International Seminar of Pests and Diseases*. Medan 27-29 September 2016.
- Dembilio O., E.M. Quesada, C.A. Santiago and J.A. Jaques. 2010. Potential of an indigenous strain of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* as a biological control agent against the Red Palm Weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*. *J. Invertebr. Pathol.* 104: 214-221.
- Dembilio, Ó and J.A. Jaques. 2015. *Biology and Management of Red Palm Weevil*. W. Wakil et al. (eds.), Sustainable Pest Management in Date Palm: Current Status and Emerging Challenges, Sustainability in Plant and Crop Protection, DOI 10.1007/978-3-319-24397-9\_2
- Dewhurst, C.F. and C.A. Pilotti. 2012. First record of the base-borer weevil, *Sparganobasis subcruciata* Marshall (Coleoptera: Curculionidae: Dryophthorinae), from oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Papua New Guinea and its association with decaying stem tissue. *Australian Entomologist* 39 (3): 197-207.
- [Ditjenbun] Direktorat Jendral Perkebunan. 2009. Pengendalian Hama Kumbang Sagu (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier) Pada Tanaman Kelapa. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan, Kementerian Pertanian RI, 8 p.
- [Ditjenbun] Direktorat Jendral Perkebunan. 2019. *Statistik Perkebunan Indonesia 2017-2019 Kelapa Sawit*. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan, Kementerian Pertanian RI, 81 p.
- Dutta, R., N.S.A. Thakur, T.K. Bag, N. Anita, S. Chandra and S. Ngachan. 2010. New record of red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) on Arecanut (*Areca catechu*) from Meghalaya, India. *Florida Entomologist* 93(3): 446-448.
- El-Sabea, A.M.R., J.R. Faleiro and M.M. Abo-El-Saad. 2009. The threat of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* to date plantations of the Gulf region in the Middle-East: an economic perspective. *Outlooks on Pest Management* 20 (3): 131-134.
- Ero M. 2015. Weevil beetle pests on oil palm in Papua New Guinea. *The OPRative Word Technical Note 27*. Dami Research Station.
- French BR. 2006. Food Plants of Papua New Guinea, A Compendium. Australia: Tasmania. 568 p.
- Froggatt JL. 1936. Coconut pests: pests of the trunk. *New Guinea Agriculture Gazette* 2(3): 18-21.

- Gerber, K., and R.M. Giblin-Davis. 1990. Association of red ring nematode, *Rhadinaphelenchus cocophilus*, and other nematode species with *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). *J. Nematology* 22: 143-149.
- Giblin-Davis, R.M. 2016. Biology and Management of Palm Weevils. University of Florida/IFAS Fort Lauderdale Research and Education Center. 83 p.
- Hodel, D.R., M.A. Marika, and L.M. Ohara. 2016. The South American palm weevil, a new threat to palms in California and the Southwest. *PalmArbor* 3:1-27.
- Hosang, M.L.A. dan Salim. 2014. Penekanan populasi *Oryctes rhinoceros* dan *Rhynchophorus ferrugineus* dengan perangkap dan feromon. *Prosiding Konferensi Nasional Kelapa VIII, 21-22 Mei 2014, Jambi*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pertanian RI.
- Idris, A.B., H. Mokhtaruddin, C. Zazali, O.N. Wahida, S. Yaakop and I.R. Hazmi. 2014. The Potential of Red Palm Weevil Infesting and Destroying Oil Palm Industry in Malaysia. *The Planters* 90(1058): 329-335.
- Lever, R.J.A.W. 1969. Pests of the coconut palm. *FAO Agricultural Studies* No. 77. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Lubis, A.U. 2008. *Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Indonesia, Edisi Kedua*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Malumphy, C., & Moran, H. 2007. Red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus*. Central Science Laboratory Plant Pest Notice 5. Available at: <http://faculty.ksu.edu.sa/10439/Documents/ffity.pdf>.
- Marshall, G.A.K. 1915. Part II. Curculionidae. Pp 509-533, in: Arrow, G.J., G.A.K. Marshall, J. Gahan and G. Blair (eds), Report on the Coleoptera collected by the British Ornithologists' Union Expedition and the Wollaston Expedition in Dutch New Guinea. *Transactions of the Zoological Society of London* 20 (1): 497-542.
- Martinez G., G.A. Sarria, G.A. Torres, F. Varon, H.M. Romero and J.I. Sanz. 2009 Advances in the research of *Phytophthora palmivora*, the causal agent of bud rot in oil palm in Colombia. In: *Proc. Int. Palm Oil Conf. Agriculture, Biotechnology and Sustainability*, Vol. II, pp. 875-890, Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur.
- McCaffrey, S. 2011. Weevil (*Sparganobasis subcruciata*). Museum Victoria Pests and Diseases Image Library (PaDIL), Australian Biosecurity. <http://www.padil.gov.au:80/pests-and-diseases/Pest/Main/141039>. Diakses 1 Mei 2018.
- Morimoto, K. 2003. Morphologic characters of the weevil head and phylogenetic implication (Coleoptera: Curculionidae). *ESAKIA* 43: 133-169.
- Moura J.I.L., D. Mariau and J.H.C. Delabie. 1993. Efficacité de *Paratheresia menezesi* Townsend (Diptera: Tachinidae) pour le contrôle biologique naturel de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Oléagineux*, 48, 219-223.
- Muniappan, R., J. Bamba, J. Cruz, G.V.P. Reddy. 2004. Field response of Guam populations of the New Guinea sugarcane weevil, *Rhabdoscelus obscurus* (Boisduval) (Coleoptera: Curculionidae), to aggregation pheromones and food volatiles. *Micronesica* 37(1): 57-68.
- Prasetyo, A.E; A. Susanto; C. Utomo dan Tjahjono Herawan. 2009. Sinergisme dua feromon agregat dalam pengendalian *Oryctes rhinoceros* dan *Rhynchophorus* spp. di perkebunan kelapa sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 17 (1): 23-29.
- Royals, H.R., T.M. Gilligan and C.F. Brodel. 2017. *Screening aid: Sugar Cane Weevil, Rhabdoscelus obscurus (Boisduval)*. Identification Technology Program (ITP), USDA-APHIS-PPQ-S&T, Fort Collins, CO. 4 pp.
- Rugman-Jones, P. F., C. D. Hoddle, M. S. Hoddle and R. Stouthamer. 2013. The lesser of two weevils: Molecular genetics of pest palm weevil populations confirm *Rhynchophorus vulneratus* (Panzer 1798) as a valid species distinct from *R. ferrugineus* (Olivier 1790), and reveal the global



- extent of both. *PLoS ONE* 8: e78739.
- Sarwar, M. 2016. Biological control of red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) by the natural enemies. *International Journal for Research In Biology & Pharmacy* 2(7).
- Setliff GP. 2007. *Annotated checklist of weevils from the Papuan region (Coleoptera, Curculionoidea)*. Zootaxa. Auckland, New Zealand: Magnolia Press. 296 pp.
- Simmonds HW. 1925. *Agriculture on The Islands of The Southern Pacific*. Pp 1-31, pl. 4.
- Sivapragasam, A., A. Arikiah and C.A. Ranjit. 1990. The red stripe weevil, *Rhynchophorus schach* Olivier (Coleoptera: Curculionidae): an increasing menace to coconut palms in Hilir Perak. *The Planters* 66 (768): 113-123.
- Susanto, A., R.Y. Purba, dan C. Utomo. 2005. Penyakit-Penyakit Eksotis pada Kelapa Sawit. *Seri Buku Saku*. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 23 p.
- Susanto, A. 2012. S.O.P. Pengendalian *Ganoderma* di Perkebunan Kelapa Sawit. *Seri Kelapa Sawit Populer* 08. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan. 70 hal.
- 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.
- 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. and A.E. Prasetyo. 2016. *Kretzschmaria deusta* on Oil Palm. *Proceeding of Sixth IOPRI-MPOB International Seminar of Pests and Diseases*. Medan 27-29 September 2016.
- Trisnadi, R. 2014. Kumbang Sagu (*Rhynchophorus* sp.) Penyebab Kematian Tanaman Kelapa. Probolinggo: Dinas Perkebunan dan Kehutanan Probolinggo, Jawa Timur, 6 p.
- Wahizatul A.A., C. Zazali, A.R.A Rahman, A.G.N Izzah. 2013. A new invasive coconut pest in Malaysia: the red palm weevil (Curculionidae: *Rhynchophorus ferrugineus*). *The Planters* 89: 97-110.
- Wahizatul, A.A., C.J. Lian, H.A. Zakeri, N. Yusuf, W.B.W. Omar, Y.K. Wai, A.N. Zulkefli, M.H. Hussain. 2017. The red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus*: current issues and challenges in Malaysia. *Oil Palm Bulletin* (2017): 17-24.
- Wattanapongsiri, A. 1966. A revision of the genera *Rhynchophorus* and *Dynamis* (Coleoptera: Curculionidae). *Dept. Agric. Sci. Bull.* 1: 1-328.

## Potensi Pemanfaatan Lignin dari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Senyawa Kimia Bermanfaat

Eka Nuryanto, Dian Wardana<sup>1</sup>, Ahmad Ramadhan<sup>1</sup>, Erwidayati Sitanggang<sup>1</sup> dan Justaman A. Karo-Karo<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Biomassa merupakan limbah padat yang berasal dari tanaman yang banyak mengandung lignoselulosa dengan komponen penyusun utama lignin, selulosa dan hemi-selulosa. Lignin merupakan komponen lignoselulosa yang jarang dimanfaatkan dan sering dianggap sebagai limbah. Lignin biasanya hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler. Lignin yang dihasilkan industri serat dan kertas di seluruh dunia selama 1 tahun mencapai 50 juta ton, sedangkan yang dimanfaatkan sebagai produk bermanfaat dan bernilai secara aplikatif baru mencapai 2% atau sekitar 1 juta ton. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah padat yang dihasilkan oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS), dengan komponen utama selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Jumlah kandungan lignin di dalam TKKS mencapai 31%. Metode paling umum yang digunakan untuk mengisolasi lignin adalah dengan menggunakan metode Kraft, dimana lignin dilarutkan dalam natrium hidroksida atau natrium sulfida panas. Lignin yang diproduksi di seluruh dunia 90% diperoleh dari metode Kraft. Di samping itu, ada beberapa metode lain untuk mengisolasi lignin, antara lain metode organosolv, pirolisis, hidrolisis dengan asam, dan fraksinasi hidrotermal. Lignin dapat digunakan sebagai sumber bahan baku untuk pembuatan senyawa-senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan oleh industri. Proses perlakuan terhadap lignin untuk menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang bermanfaat seperti termolisis, pirolisis, hidrogenolisis, dan hidrolisis. Senyawa-senyawa kimia yang dapat dihasilkan dari

lignin dalam bentuk cairan volatile seperti, metanol, aseton dan asetaldehida, monolignol, monofenol (fenol, guaiakol, siringol, dan katekol), asam mukonat, asam suksinat, asam laktat, dan fenol monosubstitusi lainnya.

Kata kunci: Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), lignin, pirolisis, fenol

### PENDAHULUAN

Biomassa merupakan limbah padat yang berasal dari tanaman yang banyak mengandung lignoselulosa dengan komponen penyusun utama lignin, selulosa dan hemi-selulosa. Lignoselulosa dapat diolah menjadi sumber energi panas, etanol dan asam laktat yang banyak digunakan di bidang biokimia. Di samping itu, dalam bidang biofiber lignoselulosa digunakan dalam proses pembuatan pakaian pada industri tekstil, industri kimia dan serat (Brown and Brown, 2013).

Lignin merupakan komponen lignoselulosa yang jarang dimanfaatkan dan sering dianggap sebagai limbah (Azadi, *et. al.*, 2013). Lignin yang dihasilkan industri serat dan kertas di seluruh dunia mencapai 50 juta ton per tahun, sedangkan yang dimanfaatkan sebagai produk bermanfaat dan bernilai secara aplikatif baru mencapai 2% atau sekitar 1 juta ton (Lu, *et. al.*, 2000). Lignin biasanya hanya digunakan sebagai bahan bakar boiler (Stewart, 2008).

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah padat terbanyak yang dihasilkan oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS), yaitu sekitar 23% dari Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit yang diolah. Komponen utama TKKS adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin dengan kandungan lignin sekitar 31% (Sudiyani, 2009).

Sejauh ini, penelitian tentang limbah TKKS lebih mengedepankan penggunaan selulosa sebagai

---

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

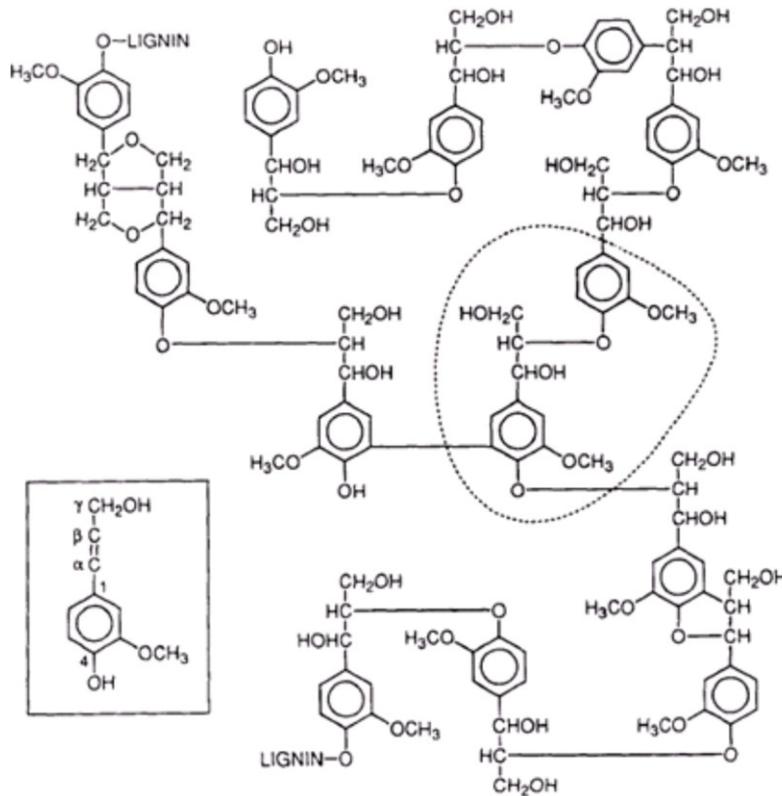
Eka Nuryanto (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia  
Email: eka\_nuryanto\_ppks@yahoo.com

<sup>1</sup> Universitas Negeri Medan

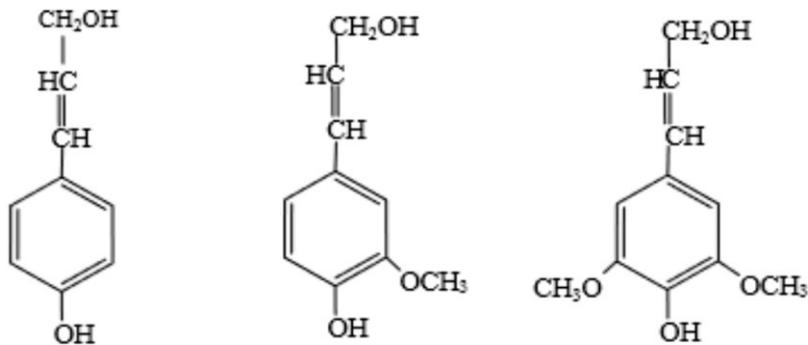
<sup>2</sup> Balai Riset dan Standarisasi Industri Medan

bahan olahan seperti adsorben, pembuatan pulp, pupuk organik dan selulosa asetat (Gaol, dkk., 2013, Rahmalia, *et. al.*, 2006; Nurrohmi, 2011, Roliadi, 2009, Ningtyas dan Astuti 2010). Pemanfaatan lignin yang terkandung dalam limbah TKKS belum dimanfaatkan secara maksimal baik di masyarakat maupun industri.

Lignin merupakan polimer alami yang memiliki fungsi utama sebagai perekat pada lapisan tumbuhan. Lignin memiliki gugus fungsi seperti hidroksi, karbonil dan metoksi serta memiliki kelarutan yang rendah di dalam air sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai perekat, plastik *biodegradable* dan surfaktan



Gambar 1. Struktur kimia dari lignin



Gambar 2. Para kumaril alkohol (kiri), koniferil alkohol (tengah), sinapil alkohol (kanan)

pada sistem *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Pada Gambar 1 di bawah ini disajikan struktur kimia dari lignin (Toledano, *et. al.*, 2014).

Lignin merupakan komponen makro molekul yang berikatan secara kovalen dengan selulosa dan hemiselulosa. Kerangka dasar lignin adalah fenil propana. Lignin memiliki struktur kimiawi yang bercabang-cabang berbentuk polimer tiga dimensi (Purnawan dan Parwati, 2014). Lignin bersifat tidak larut dalam air dengan berat molekul sekitar 2.000-15.000 serta mengandung gugus hidroksil, metoksil, dan karboksil (Setiati, dkk., 2016). Ada tiga kerangka utama monomer lignin yaitu p-koumaril alkohol, koniferil alkohol, sinapil alkohol yang disajikan pada Gambar 2 (Toledano, *et. al.*, 2014).

### PROSES ISOLASI LIGNIN

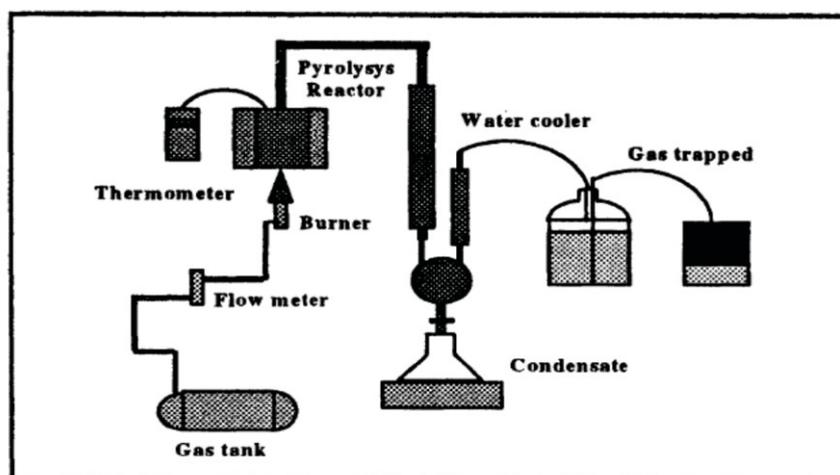
Metode paling umum yang digunakan untuk mengisolasi lignin adalah dengan menggunakan metode Kraft, dimana lignin dilarutkan dalam natrium hidroksida atau natrium sulfida panas (Azadi, *et. al.*, 2013). Lignin yang diproduksi di seluruh dunia 90% diperoleh dari metode Kraft. Di samping itu, ada beberapa metode lain untuk mengisolasi lignin, antara lain metode organosolv, pirolisis cepat, hidrolisis dengan asam, dan fraksinasi hidrotermal.

Metode organosolv menggunakan pelarut organik biasanya etanol, metanol, asam organik, dan campuran pelarut organik dan anorganik berbasis alkali. Proses ini lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan metode Kraft atau *sulfite*

*pulping*. Selain itu metode ini juga memungkinkan untuk memisahkan selulosa, hemiselulosa, dan lignin lebih efektif (Azadi, *et. al.*, 2013 dan Zainuddin, dkk., 2012).

Metode Pirolisis Cepat adalah memanaskan biomassa dalam kondisi bebas dari oksigen pada temperatur 500°C. Pada metode ini, biomassa dikonversi menjadi bentuk padat (arang), cair (bio-oil), dan gas. Produk berupa cairan merupakan produk dominan yang mencapai 75% dari total yang diolah (Azadi, *et. al.*, 2013). Senyawa turunan karbohidrat dalam senyawa bio-oil memiliki afinitas tinggi terhadap air dibandingkan senyawa turunan lignin, oleh karena itu proses pemisahan lignin dapat dilakukan dengan air, pengendapan, atau dengan ekstraksi pelarut (Gayubo, *et. al.*, 2010, Jiang, *et. al.*, 2010, dan Deng, *et. al.*, 2009). Sedangkan arang yang diperoleh dari metode ini dapat digunakan untuk meningkatkan produksi tanaman maupun sebagai bio-absorben (Jarboe, *et. al.*, 2011). Pada proses pirolisis suhu paling baik untuk biomassa yang berasal dari serabut adalah 400°C, sedangkan yang berasal dari TKKS adalah 350°C. Pada Gambar 3 disajikan skema proses pirolisis secara umum (Purwono, 2001).

Metode hidrolisis dengan asam yang dikenal dengan proses *Biofine* adalah melarutkan biomassa didalam asam sulfat pada suhu tinggi. Hal ini bertujuan untuk menghidrolisis polisakarida menjadi monomer-monomer penyusunnya. Proses ini menghasilkan produk padatan berupa arang dengan nilai pembakaran yang sangat tinggi yaitu sekitar 26 MJ/kg.



Gambar 3. Skema proses pirolisis biomassa

Namun dikarenakan sifatnya yang masih sukar larut dalam asam, penggunaan arang dari proses ini masih sangat terbatas (Hayes, *et. al.*, 2006).

Metode fraksinasi hidrothermal berlangsung dengan memanaskan biomassa dalam air panas terkompresi pada suhu 200°C dan berlangsung dalam tekanan hidrogen sedang dengan katalis berbasis hidrogen. Proses ini menghasilkan produk utama turunan lignin berupa monomer cincin aromatic, diantaranya adalah propil guaiacol, guaiacil propanol, siringil propanol, dan hemiselulosa terhidrolisis dalam bentuk larutan (Azadi, *et. al.*, 2013).

### PROSES DEPOLIMERISASI LIGNIN

Lignin yang sudah diisolasi perlu di depolimerisasi (diuraikan) menjadi molekul-molekul yang lebih kecil sebelum dapat digunakan lebih lanjut. Ada 5 metode utama dalam proses depolimerisasi lignin, yaitu metode pirolisis, katalitik hidropirolisis, depolimerisasi superkritis, depolimerisasi pelarut, dan depolimerisasi terkatalisis basa. Metode pirolisis merupakan metode yang cukup cepat dan mudah untuk menguraikan lignin. Pada proses ini diperoleh bio-oil yang mengandung monomer fenolik dan oligomer. Proses pirolisis pada kayu keras menghasilkan senyawa siringol dan guaiacol-fenol, dan pada kayu lunak menghasilkan produk dominan guaiacol-fenol. Sedangkan pirolisis pada rerumputan menghasilkan campuran senyawa siringol, guaiacol, dan fenol (Asmadi, *et. al.*, 2010 dan Shen, *et. al.*, 2015).

Metode katalitik hidropirolisis adalah metode dengan menambahkan katalis kedalam reaktor pada proses pirolisis dengan tujuan untuk meningkatkan selektivitas produk. Katalis yang digunakan misalnya zeolit HZSM-5 yang dapat membantu proses konversi senyawa fenolik menjadi sejumlah kecil senyawa hidrokarbon aromatik seperti benzene, toluene, dan xilene. Adapun beberapa katalis lain yang dapat digunakan adalah zeolite HY, Al-MCM-41, CoO/MoO<sub>3</sub>, dan Co/Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Xue, *et. al.*, 2016, Jackson, *et. al.*, 2009, dan Mullen and Boateng, 2010).

Metode depolimerisasi pelarut menggunakan beberapa jenis pelarut seperti etanol, methanol, butanol CO<sub>2</sub>-aseton, dan air dimana proses berlangsung pada suhu 200°C-350°C dan tekanan tinggi (Yoshikawa, *et. al.*, 2013 dan Gosselink, *et. al.*, 2012). Lignin hasil metode ini dapat digolongkan

kedalam lignin depolimerisasi terkatalisis basa atau hidrogenolisis. Hidrogen yang digunakan dalam proses hidrogenolisis dapat berasal dari berbagai sumber, seperti pasokan hidrogen eksternal, pendonor proton seperti tetralin, asam format, dan dari katalis logam (Kim, *et. al.*, 2014 dan Barta, *et. al.*, 2010).

Metode depolimerisasi lignin dengan mikroorganisme. Mikroorganisme tertentu di alam dapat menguraikan komponen lignin menjadi molekul yang lebih sederhana melalui jalur metabolisme tertentu. Mikroorganisme ini menggunakan lignin sebagai sumber karbon dan energi selama proses metabolisme (Zakzeski, *et. al.*, 2010). Beberapa bakteri dan jamur di alam dapat memproduksi enzim yang dapat memecah struktur lignin dan mengubahnya menjadi molekul dengan bobot molekul lebih kecil sebelum diubah menjadi karbon dan energi (Johnson and Beckham, 2015 dan Bugg, *et. al.*, 2011). Enzim yang dapat menguraikan lignin tentunya memiliki sifat yang berbeda dari selulosa dan hemiselulosa. Enzim Oksidoreduktase yang berfungsi untuk proses polimerisasi lignin dalam tanaman, nyatanya tidak bisa mengoksidasi senyawa non fenolik pada komponen lignin. Ada beberapa enzim yang dapat menguraikan komponen lignin, diantaranya adalah ligninolitik peroksidase (LiP), manganese-dependent peroksidase (MnP), versatile peroksidase (VP), dan dye-dekolorisasi peroksidase (DyP). Enzim LiP yang diisolasi dari spesies jamur *Phanerochaete chrysosporium*, dapat mengoksidasi gugus aktif non fenolik didalam komponen polimer lignin hingga 90%. Berbeda dengan enzim LiP, enzim MnP berfungsi untuk mengoksidasi komponen fenolik lignin, sedangkan enzim VP dapat mengoksidasi komponen fenolik dan non fenolik sekaligus. Enzim DyP memiliki keunikan tersendiri, hal ini dikarenakan enzim ini dapat mengoksidasi senyawa antrakuinon bebas gugus hidroksil (Fisher and Fong, 2014).

Bakteri Alpha-proteobacteria, gamma-protobacteria, firmicutes dan beberapa jenis bakteri actinobacteria diketahui dapat memodifikasi dan menguraikan lignin, dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa protobacteria dan actinobacteria memilikihasil yang lebih efektif jika dibandingkan dengan Firmicutes (Bugg, *et. al.*, 2011). Proses penguraian lignin oleh bakteri ini berlangsung didalam dua kondisi yaitu aerobik dan anaerobik. Pada kondisi aerobik, senyawa aromatis turunan lignin diserang oleh enzim oxygenase dengan bantuan oksigen, sedangkan

pada kondisi anaerobik, oksigen tak lagi dapat digunakan sebagai co-substrat, dan keberadaan cincin aromatis harus direduksi. Proses reduksi cincin aromatis ini membutuhkan agen pereduksi dengan potensial redoks yang jauh lebih negatif dibandingkan yang dapat disediakan oleh donor elektron fisiologis (Fuchs, *et. al.*, 2011).

### PERKEMBANGAN DALAM PEMANFAATAN MONOMER LIGNIN

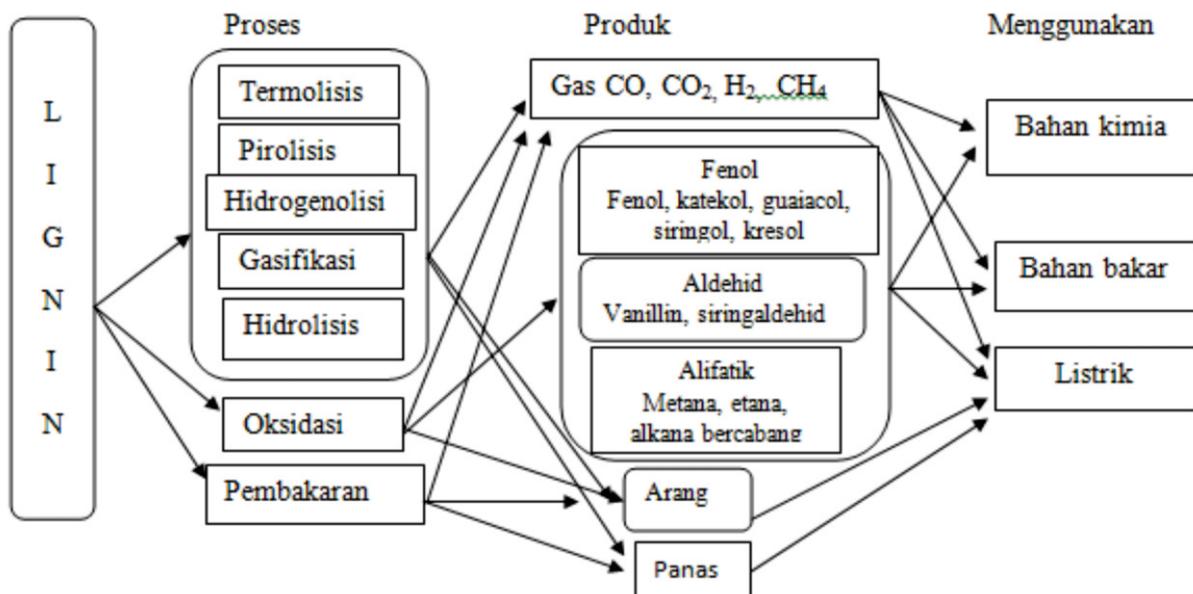
Monomer lignin yang terdepolimerisasi dapat ditingkatkan lebih lanjut dengan proses biologis atau

kimia menjadi bahan kimia yang digunakan di industri. Bahan kimia yang dapat diproduksi dari substrat lignin atau turunannya disajikan pada Tabel 1 (Kaur and Chakraborty, 2013, Johnson and Backham, 2015, Salvachua, *et. al.*, 2015, dan Linger *et. al.*, 2014). Sementara itu, vanilin juga dapat diproduksi dari senyawa aromatik seperti eugenol (Ashengroff, *et. al.*, 2012), isoeugenol (Ashengroff, *et. al.*, 2011), asam ferulat (Tilay, *et. al.*, 2010), dan asam vanili (Lesage-meessen, *et. al.*, 2002).

Lignin dapat dimodifikasi secara kimia melalui proses alkilasi, asilasi, aminasi, karboksilasi, halogenasi, oksidasi, reduksi, nitrasi, dan sulfonasi.

**Tabel 1.** Bahan kimia yang dapat diproduksi dari lignin

Gugus Molekul	Produk yang dihasilkan
Fenolik Asam karboksilat Asam lemak Polihidroksialkanoat (PHA) Alfa asam hidroksi	Vanillin Asam mukonat, Asam suksinat Ester metil asam lemak (15-18) Asam mukonat, Asam suksinat Asam laktat



**Gambar 4.** Proses termokimia yang digunakan untuk mendepolimerisasi lignin dan produk yang dihasilkan

Gambar 4 menunjukkan proses depolimerisasi termokimia utama dengan produk yang dihasilkan (Macfarlane, *et. al.*, 2014). Zakzeski menjelaskan tiga kategori transformasi lignin katalitik, yaitu lignin katalitik dan hidrolisis, reduksi lignin, dan oksidasi lignin. (Zakzeski, *et. al.*, 2010).

Proses pirolisis merupakan salah satu teknologi termokimia untuk mendegradasi lignin menjadi produk turunannya yang dapat dimanfaatkan di industri. Senyawa utama yang dihasilkan selama proses pirolisis lignin adalah hidrokarbon gas (yaitu, CO<sub>2</sub>, CO), cairan volatil (metanol, aseton dan asetaldehida), monolignol, monofenol (fenol, guaiakol, syringol, dan katekol), asam adipat, dan fenol monosubstitusi lainnya (Macfarlane, *et. al.*, 2014 dan Vardon, *et. al.*, 2015).

Dalam perengkahan katalitik lignin, ikatan O-4 terputus, dan ikatan karbon-karbon relatif tidak stabil. Zeolit H-ZSM-5 merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk perengkahan katalitik pirolitik lignin. Produk-produk yang diperoleh dari katalitik dengan H-ZSM-5 dapat berupa hidrokarbon gas, hidrokarbon alifatik, alkohol, dan produk kokas yang tidak diinginkan (Zakzeski, *et. al.*, 2010).

## KESIMPULAN

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah padat yang dihasilkan oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS), dengan komponen utama selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Jumlah kandungan lignin di dalam TKKS mencapai 31%. Lignin dapat digunakan sebagai sumber bahan baku untuk pembuatan senyawa-senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan oleh industri. Proses perlakuan terhadap lignin untuk menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang bermanfaat seperti termilisis, pirolisis, hidrogenolisis, dan hidrolisis. Senyawa-senyawa kimia yang dapat dihasilkan dari lignin dalam bentuk cairan volatile seperti, metanol, aseton dan asetaldehida, monolignol, monofenol (fenol, guaiakol, siringol, dan katekol), asam mukonat, asam suksinat, asam laktat, dan fenol monosubstitusi lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ashengroph, M., I. Nahvi, H. Zarkesh-Esfahani, and F. Momenbeik. 2012. Conversion of Isoeugenol to Vanillin by *Psychrobacter* sp. Strain CSW4. *Appl. Biochem. Biotechnol.* Vol. 166: 1–12.
- Ashengroph, M., I. Nahvi, H. Zarkesh-Esfahani, and F. Momenbeik. 2011. Candida Galli Strain PGO6: A Novel Solated Yeast Strain Capable of Transformation of Isoeugenol Into Vanillin and Vanillic acid. *Curr. Microbiol.* Vol. 62: 990–998.
- Asmadi, M., H. Kawamoto, and S. Saka. 2010. Pyrolysis Reactions of Japanese Cedar and Japanese Beech Woods in a Closed Ampoule Reactor. *J. Wood Sci.* Vol. 56: 319–330.
- Azadi, P., O. R. Inderwildi., R. Farnood., and D. A. King. 2013. Liquid Fuels, Hydrogen and Chemicals from Lignin: A Critical Review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* Vol. 21: 506–523.
- Barta, K., T.D. Matson., M.L. Fettig., S. L. Scott., A.V. Iretskii, and P.C. Ford. 2010. Catalytic Disassembly of an Organosolv Lignin via Hydrogen Transfer from Supercritical Methanol. *Green Chem.* Vol. 12: 1640–1647.
- Brown, R.C. and T.R. Brown. 2013. *Biorenewable Resources: Engineering New Products from Agriculture.* New York, USA: John Wiley & Sons.
- Bugg, T.D.H., M. Ahmad., E.M. Hardiman, and R. Singh. 2011. The Emerging Role for Bacteria in Lignin Degradation and Bio-product Formation. *Curr. Opin. Biotechnol.* Vol. 22: 394–400.
- Deng, L., Z. Yan., Y. Fu, and Q. X. Guo. 2009. Green Solvent for Flash Pyrolysis Oil Separation. *Energy Fuels.* Vol. 23: 3337–3338.
- Fisher, A.B. and S.S. Fong. 2014. Lignin Biodegradation and Industrial Implications. *AIMS Bioeng.* Vol. 1: 92–112.
- Fuchs, G., M. Boll, and J. Heider. 2011. Microbial Degradation of Aromatic Compounds—From One Strategy to Four. *Nat. Rev. Microbiol.* Vol. 9: 803–816.
- Gaol, M.R.L.L., R. Sitorus, Y.S.I. Surya, dan R. Manurung. 2013. Pembuatan selulosa asetat dari selulosa tandan kosong kelapa sawit. *J. Tek. Kimia USU.* 2(3).
- Gayubo, A.G., A.T. Aguayo, A. Atutxa, R. Aguado, and J. Bilbao. 2004. Transformation of Oxygenate Components of Biomass Pyrolysis Oil on a HZSM-5 Zeolite. I. Alcohols and Phenols. *Ind. Eng. Chem. Res.* Vol. 43: 2610–2618.
- Gosselink, R.J.A., W. Teunissen, J.E.G. van Dam, E. de Jong, G. Gellerstedt., E.L. Scott, and J.P.M.

- Sanders. 2012. Lignin Depolymerisation in Supercritical Carbon dioxide/acetone/water Fluid for The Production of Aromatic Chemicals. *Bioresour. Technol.* Vol. 106: 173–177.
- Hayes, D.J., S. Fitzpatrick, M.H.B Hayes, and J. R. H. Ross. 2006. The Biofine Process Production of Levulinic Acid, Furfural, and Formic Acid from Lignocellulosic Feedstocks. In *Biorefineries Industrial Processes and Products: Status Quo and Future Directions*. Kamm, B., Gruber, P.R., Kamm, M., Eds. Wiley-VCH Verlag GmbH: Weinheim, Germany, 2006; Vol. 1: 139–164.
- Jackson, M.A., D.L. Compton, and A.A. Boateng. 2009. Screening Heterogeneous Catalysts for The Pyrolysis of Lignin. *J. Anal. Appl. Pyrolysis*. Vol. 85: 226–230.
- Jarboe, L.R.W., Z. Choi., D. Brown, and C. Robert. 2011. Hybrid Thermochemical Processing: Fermentation of Pyrolysis-derived Bio-oil. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* Vol. 91: 1519–1523.
- Jiang, X.X., N. Ellis., and Z.P. Zhong. 2010. Characterization of Pyrolytic Lignin Extracted from Bio-oil. *Chin. J. Chem. Eng.* Vol. 18: 1018–1022.
- Johnson, C. W. and G.T. Beckham. 2015. Aromatic Catabolic Pathway Selection for Optimal Production of Pyruvate and Lactate from Lignin. *Metab. Eng.* Vol. 28: 240–247.
- Kaur, B. and D. Chakraborty. 2013. Biotechnological and Molecular Approaches for Vanillin Production: A Review. *Appl. Biochem. Biotechnol.* Vol. 169: 1353–1372.
- Kim, K.H., R.C. Brown, M. Kieffer, and X.L. Bai. 2014. Hydrogen-donor-assisted Solvent Liquefaction of Lignin to Short-chain Alkylphenols Using a Micro reactor/gas Chromatography System. *Energy Fuels*. Vol. 28: 6429–6437.
- Lesage-Meessen, L., A. Lomascolo, E. Bonnin, J.F. Thibault, A. Buleon, M. Roller, M. Asther, E. Record, and B.C. Ceccaldi. 2002. A Biotechnological Process Involving Filamentous Fungi to Produce Natural Crystalline Vanillin from Maize Bran. *Appl. Biochem. Biotechnol.* Vol. 102: 141–153.
- Linger, J.G., D.R. Vardon, M.T. Guarnieri, E.M. Karp, G.B. Hunsinger, M. A. Franden, C.W. Johnson, G. Chupka, T.J. Strathmann, and P.T. Pienkos. 2014. Lignin Valorization Through Integrated Biological Funneling and Chemical Catalysis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 111: 12013–12018.
- Lu, Z., Q. Wu. and N.S. Mc. 2000. Chemical Coupling in Wood Fiber and Polymer Composites: A Review of Coupling Agents and Treatments. *Wood Fiber Science*. 32(1): 99-104
- Macfarlane, A.L., M. Mai, and J.F. Kadla. 2014. Bio-Based Chemicals from Biorefining: Lignin Conversion and Utilisation. In *Advances in Biorefineries: Biomass and Waste Supply Chain Management*; Woodhead Publishing: Cambridge, UK, pp: 659–692.
- Mullen, C.A. and A.A. Boateng. 2010. Catalytic Pyrolysis-GC/MS of Lignin from Several Sources. *Fuel Process. Technol.* Vol. 91: 1446–1458.
- Ningtyas VA, Astuti LY. 2010. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sisa media jamur merang (*Volvariella volvacea*) sebagai pupuk organik
- Nurrohmi O. 2011. Biomassa tandan kosong kelapa Sawit (TKKS) sebagai adsorben ion logam Cd<sup>2+</sup>. Skripsi, Universitas Indonesia.
- Purnawan dan C.I. Parwati. 2014. Pembuatan Pulp dari Serat Aren (*Arengapinnata*) dengan Proses Nitrat Soda. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi.
- Purwono, S. 2001. Pyrolysis of Lignin from Waste of Palm Oil Industries for The Development of Surfactants for Enhance Oil Recovery (EOR). *Manusia dan Lingkungan*. Vol. 8(3): 118.
- Rahmalia W., F. Yulistira, J. Ningrum, M. Qurbaniah, dan M. Ismadi. 2006. Pemanfaatan potensi tandan kosong kelapa sawit (*Elais guineensis* Jacq.) sebagai bahan dasar Caktif untuk Adsorpsi Logam Perak dalam Larutan. PKM-3-13-1 Universitas Tanjungpura.
- Roliadi H. 2009. Pembuatan dan kualitas karton dari campuran pulp tandan kosong kelapa sawit dan limbah padat organik industri pulp. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.



- Salvachua, D., E.M. Karp, C.T. Nimlos, D.P. Vardon, and G.T. Beckham. 2015. Towards Lignin Consolidated Bioprocessing: Simultaneous Lignin Depolymerization and Product Generation by Bacteria. *Green Chem.* Vol. 17: 4951–4967.
- Setiati, R., D. Wahyuningrum, S. Siregar, dan T. Marhaendrajana. 2016. Optimasi Pemisahan Lignin Ampas Tebu dengan Menggunakan Natrium Hidroksida. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. Vol.4(2): 257-264.
- Shen, D.K., G.F. Liu, J. Zhao, J.T. Xue, S.P. Guan, and R. Xiao. 2015. Thermo-chemical Conversion of Lignin to Aromatic Compounds: Effect of Lignin Source and Reaction Temperature. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* Vol. 112: 56–65.
- Stewart, D. 2008. Lignin as a Base Material for Materials Applications: Chemistry, Application and Economics. *Ind. Crops Prod.* Vol. 27: 202–207.
- Sudiyani, Y. 2009. Utilization of Biomass Waste Empty Fruit Bunch Fiber of Palm Oil for *Bioethanol Production*. Research Workshop on Sustainable Biofuel. Jakarta, 4-5 Februari 2009.
- Tilay, A., M. Bule, and U. Annapure. 2010. Production of Biovanillin by One-Step Biotransformation Using Fungus Pycnoporous Cinnabarinus. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 58: 4401–4405.
- Toledano, A., L. Serrano, and J. Labidi. 2014. Improving Base Catalyzed Lignin Depolymerization by Avoiding Lignin Repolymerization. *Fuel*. Vol. 116: 617–624.
- Vardon, D. R., M.A. Franden, C.W. Johnson, E.M. Karp, M.T. Guarnieri, J.G. Linger, M.J. Salm, T.J. Strathmann, and G.T. Beckham. 2015. Adipic Acid Production from Lignin. *Energy Environ. Sci.* Vol. 8: 617–628.
- Xue, Y., S. Zhou, and X. Bai. 2016. Role of Hydrogen Transfer During Catalytic Coprolysis of Lignin and Tetralin Over HZSM-5 and HY Zeolite Catalysts. *ACS Sustain. Chem. Eng.* Vol. 4: 4237–4250.
- Yoshikawa, T., T. Yagi, S. Shinohara, T. Fukunaga, Y. Nakasaka, T. Tago, and T. Masuda. 2013. Production of Phenols from Lignin via Depolymerization and Catalytic Cracking. *Fuel Process. Technol.* Vol. 108: 69–75.
- Zainuddin, M., S.W.H. Arifista. 2012. Pembuatan Pulp dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Metode Organosolv. Prosiding Seminar Nasional Sains. Bogor. 10 November 2012.
- Zakzeski, J., P.C.A. Bruijninx, A.L. Jongerius, and B.M. Weckhuysen. 2010. The Catalytic Valorization of Lignin for the Production of Renewable Chemicals. *Chem. Rev.* Vol. 110: 3552–3599.s

# 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 alfabitis,
- 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.

