

DAPATKAH POHON KELAPA SAWIT PULIH PASCA PENGAMBILAN SUMBER EKSPLAN?

Dian Rahma Pratiwi*, Sri Wening, Ernayunita, dan Erwin Nazri

Abstrak - Perbanyakkan kelapa sawit melalui kultur jaringan memerlukan pohon ortet unggul sebagai sumber eksplannya. Penggunaan sumber eksplan berupa daun muda lebih diminati karena jumlahnya melimpah, tersusun atas jaringan yang meristematis, serta kondisinya lebih steril. Namun pemotongan sumber eksplan di dekat daerah meristem juga memiliki risiko seperti serangan hama dan penyakit akibat luka terbuka hingga berpotensi menyebabkan kematian pada tanaman. Pohon ortet yang dijadikan sampel terdiri atas tiga kategori umur yakni 5, 10, dan 18 tahun. Pengamatan pohon ortet pasca pengambilan sumber eksplan bertujuan untuk mengetahui proses pemulihan sejak adanya pelukaan hingga tumbuh menjadi tanaman yang normal kembali dan waktu yang dibutuhkan untuk proses pemulihan tersebut. Proses pemulihan tajuk diawali dengan pembentukan pelepah-pelepah abnormal terlebih dahulu yang berjumlah 9-11 pelepah, kemudian berangsur pulih seiring waktu untuk membentuk pelepah normal. Proses pemulihan pada tanaman muda relatif lebih cepat dibandingkan dengan tanaman tua. Pada tanaman berusia 5 tahun tanaman sudah terlihat normal setelah 9 bulan, sedangkan pada tanaman berusia 10 tahun proses pemulihan memerlukan waktu 14 bulan. Proses pemulihan umumnya memerlukan waktu setidaknya dua tahun, sehingga *resampling* dari pohon ortet yang sama sebaiknya dilakukan di tahun ketiga setelah pengambilan sebelumnya. Proses pemulihan tajuk memerlukan waktu yang relatif lama karena dipengaruhi beberapa faktor yaitu aktivitas *single shoot apical meristem* (SAM) untuk produksi primordia daun, dan ketersediaan karbon yang meliputi penyerapan serta translokasi untuk pertumbuhan tanaman.

Kata kunci: kelapa sawit, kultur jaringan, ortet, pemulihan tajuk, sumber eksplan

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan banyak dibudidayakan di Indonesia saat ini. Hal ini berkaitan dengan tingginya kebutuhan minyak sawit baik domestik maupun internasional (Khatiwada et al., 2021). Komitmen pemerintah terhadap pengembangan produk turunan kelapa sawit dalam bidang pangan maupun biodiesel juga semakin terlihat dengan dijalannya kerja sama dengan para pelaku bisnis di industri terkait (Dharmawan et al., 2018). Upaya peningkatan kuantitas dan kualitas dari produk kelapa sawit semakin dioptimalkan tidak hanya di sektor hilir namun juga di sektor hulu. Pada sektor hulu, upaya peningkatan produk kelapa sawit dicapai

melalui pemilihan bahan tanaman unggul, salah satunya bahan tanaman hasil kultur jaringan atau yang umum disebut klon (Schmidt et al., 2019; Ernayunita et al., 2024).

Kultur jaringan kelapa sawit telah lama dikembangkan dan menjadi solusi untuk perbanyakkan kelapa sawit secara vegetatif (Martin et al., 2022). Diketahui bahwa kelapa sawit tidak memiliki tunas samping (*lateral*) sehingga perbanyakkan umumnya melalui biji. Secara alami perbanyakkan kelapa sawit melalui biji memerlukan waktu yang panjang hingga bertahun-tahun. Selain itu juga terdapat variasi yang tinggi akibat penyerbukan silang (Neliyati et al., 2019), dan biasanya tidak merata dengan tingkat perkecambahan yang sangat rendah (Green et al., 2013; Hayati et al., 2020), disebabkan embrio kelapa sawit dilindungi oleh cangkang yang tebal. Kendala lainnya adalah masa simpan biji yang relatif pendek yakni 16 minggu sehingga diperlukan metode untuk memecah masa dormansi, serta waktu perkecambahan yang relatif lama hingga 9 bulan

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

Dian Rahma Pratiwi* (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan 20158, Indonesia
Email: dianrahmapratiwi@gmail.com

untuk mencapai fase bibit (Cui et al., 2020; Wongvarodom et al., 2024). Oleh sebab itu, perbanyak secara vegetatif melalui kultur jaringan masih menarik untuk dilakukan karena mampu menghasilkan bibit kelapa sawit secara massal sepanjang tahun.

Perbanyak melalui kultur jaringan diawali dengan pengambilan sumber eksplan. Banyak jenis eksplan yang dapat dipilih, di antaranya daun muda (umbut), bunga, akar, embrio, dan planlet/bibit (Hashim et al., 2018; Gomes et al., 2024; Astari et al., 2024; Panggabean et al., 2021; Vilela et al., 2019; Wan Nur Syuhada et al., 2016; Scherwinski-Pereira et al., 2010; Babu et al., 2025). Pemilihan jenis eksplan tersebut berdasarkan tujuan dari kegiatan atau penelitian yang dilakukan. Untuk kegiatan komersialisasi, penggunaan daun muda (umbut) lebih banyak dipilih. Daun muda diisolasi dari tanaman dewasa terpilih (ortet) pada bagian tajuk. Daun muda dipilih karena dari satu ortet akan diperoleh banyak potongan eksplan yakni lebih dari 3.000 potongan (Sumaryono et al., 2018; Constantin et al., 2015; Lim et al., 2023). Letak sumber eksplan berupa daun muda yang berada di atas dan terlindung banyak pelepah juga menguntungkan karena lebih steril sehingga memudahkan proses sterilisasi. Selain itu, daun muda tersusun atas jaringan muda yang meristematis sehingga dipercaya lebih responsif saat dikultur (Karim, 2021; Espinoza-Ulloa 2021). Namun, tanaman yang diambil daun mudanya berpotensi terserang hama dan penyakit akibat luka terbuka, selain itu ada juga risiko tanaman mati akibat rusaknya jaringan meristematis saat proses isolasi (Weckx et al., 2019). Oleh sebab itu, penting diketahui mengenai berapa lama dan bagaimana proses pemulihan dari tanaman kelapa sawit yang telah diambil bagian daun mudanya sebagai sumber eksplan. Tulisan ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh teknis pengambilan sumber eksplan terhadap proses pemulihan tanaman.

Pengamatan dilakukan pada tanaman kelapa sawit yang telah diambil daun mudanya sebagai sumber eksplan dengan usia tanaman 5, 10, dan 18 tahun. Tanaman yang diamati berlokasi di Sumatera Utara yakni Kebun Tanah Raja dan Kebun Aek Pancur, serta Jambi di Kebun Sarolangun. Pengamatan dilakukan pada April 2019 hingga Januari 2023, dengan interval setiap satu bulan setelah waktu pengambilan sumber eksplan untuk kebun yang berada di Sumatera Utara, dan interval setiap 6 bulan untuk kebun yang terletak di

Jambi. Potongan sumber eksplan selanjutnya dibawa ke laboratorium lalu diukur panjang dan diameternya, serta diameter masing-masing pelepah dari daun ke-0 hingga daun -10. Proses pemulihan bekas potongan tajuk tanaman diamati dan diambil gambarnya menggunakan kamera digital. Hasil gambar yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk identifikasi pelepah yang baru tumbuh.

PENGAMBILAN SUMBER EKSPLAN DARI POHON KELAPA SAWIT DEWASA

Proses pengambilan sumber eksplan dilakukan dengan dua cara yakni dengan penumbangan dan tanpa penumbangan. Pemilihan proses pengambilan sumber eksplan disesuaikan dengan kondisi tanaman. Penumbangan dilakukan ketika tanaman sudah terlampaui tinggi dan sakit, sedangkan tanpa penumbangan dilakukan pada tanaman muda yang sehat serta aman untuk dipanjat (Ernayunita et al., 2017). Dalam tulisan ini proses pengambilan sumber eksplan dilakukan tanpa penumbangan karena kondisi tanaman yang sehat, masih muda, dan relatif aman untuk dipanjat. Proses pengambilan sumber eksplan dapat dilihat pada Gambar 1. Kegiatan pengambilan sumber eksplan diawali dengan pemotongan pelepah dengan meninggalkan beberapa pelepah tua di sisi paling luar. Semua pelepah dipotong hingga menyisakan bagian muda yang masih terbalut dengan daun pelindung (*sheath*). Selanjutnya ditentukan posisi pemotongan sumber eksplan yang berjarak kira-kira 10 cm di atas titik tumbuh (meristem apikal). Bekas potongan selanjutnya diberi larutan fungisida untuk mencegah infeksi jamur maupun serangan hama yang dapat mengganggu proses recovery dari tanaman dan ditutup dengan kapas dan kassa plastik.

Sumber eksplan yang telah dipotong dari pohon ortet memiliki karakteristik yang berbeda namun tidak signifikan. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2, panjang dan diameter sumber eksplan yang diisolasi memiliki ukuran yang beragam pada ketiga kriteria umur. Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa sumber eksplan paling panjang berada pada kriteria umur pohon lima tahun yakni 94,3 cm, sedangkan yang paling pendek pada usia tanaman 10 tahun yaitu 75,2 cm. Diameter sumber eksplan terbesar pada kelompok umur 10 tahun yaitu 24,8 cm dan terkecil pada kelompok umur tanaman 18 tahun yakni 18,9 cm. Di samping itu, dari nilai rerata panjang

sumber eksplan menunjukkan bahwa sumber eksplan terpanjang adalah pohon yang berumur 18 tahun, diikuti pohon berumur 5 tahun, dan paling pendek pohon berumur 10 tahun, sedangkan rerata diameter sumber eksplan menunjukkan diameter terbesar pada pohon berumur 10 tahun, diikuti pohon berumur 5 tahun, dan terkecil pada pohon berumur 18 tahun. Berdasarkan pengukuran tersebut, kelompok umur tidak menjamin besar dan kecilnya ukuran sumber eksplan yakni tidak selalu tanaman yang berusia tua memiliki sumber eksplan yang lebih besar dibandingkan tanaman yang berusia muda maupun

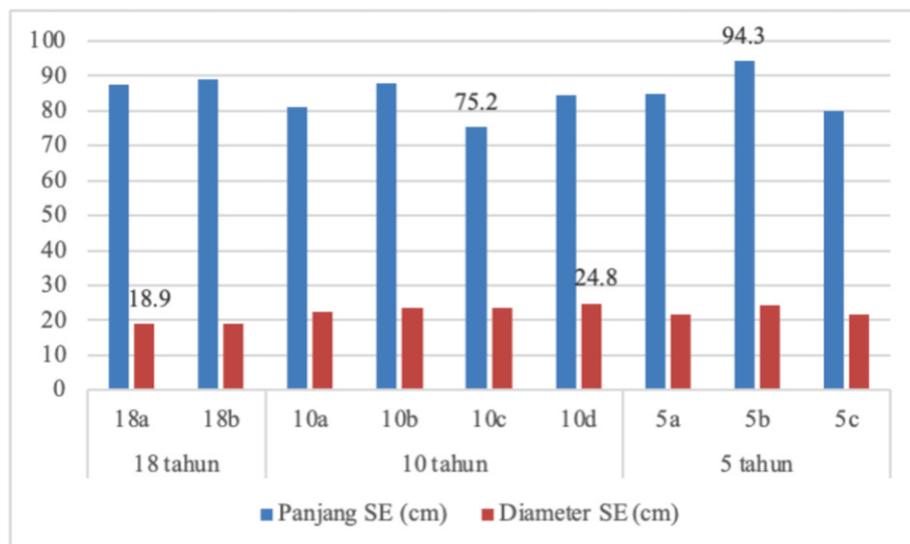
sebaliknya, tetapi bergantung pada masing-masing individu pohon. Saat memotong sumber eksplan biasanya pemotongan dilakukan setelah menyisakan pelepah daun pertama (D1), sehingga diperoleh banyak daun muda di dalamnya. Dalam satu potongan sumber eksplan dapat diperoleh daun muda hingga minus sembilan (D-9) bahkan minus sepuluh (D-10) dalam rentang ukuran panjang sumber eksplan 70-100 cm. Oleh sebab itu, penggunaan daun muda sebagai sumber eksplan masih menjadi yang utama karena dalam satu pohon dapat diperoleh banyak sekali potongan eksplan.



Gambar 1. Proses pengambilan sumber eksplan a) pohon ortet terpilih, b-f) pemotongan pelepah hingga tersisa daun tombak, g) isolasi sumber eksplan dengan bantuan gergaji, h) aplikasi fungisida pada bekas potongan sumber eksplan, i) penutupan bekas luka potongan.

Tabel 1. Hasil pengukuran sumber eksplan dari tiap pohon ortet

Karakter (cm)	Pohon ortet (tahun)											
	18			10					5			
	18a	18b	Rerata	10a	10b	10c	10d	Rerata	5a	5b	5c	Rerata
P SE	87,5	89,0	88,3	80,9	88,0	75,2	84,5	82,2	84,7	94,3	80,0	86,3
DM SE	18,9	19,1	19,0	22,5	23,5	23,5	24,8	23,6	21,5	24,4	21,5	22,5
DM D1	5,6	6,0	5,8	6,7	6,2	6,0	5,2	6,0	7,0	4,7	5,5	5,8
DM D0	5,4	5,5	5,5	6,4	6,0	5,8	3,6	5,5	6,3	4,5	5,2	5,3
DM D-1	5,0	4,5	4,8	5,7	5,9	5,5	3,3	5,1	5,6	4,3	4,8	4,9
DM D-2	3,8	3,5	3,7	4,2	5,1	5,2	3,0	4,4	4,9	3,8	4,5	4,4
DM D-3	3,2	3,1	3,2	3,8	3,8	4,3	2,7	3,7	3,9	2,8	3,8	3,5
DM D-4	2,8	3,0	2,9	3,4	3,5	3,9	2,5	3,3	2,2	2,4	2,5	2,4
DM D-5	2,5	2,7	2,6	3,2	3,1	3,0	1,9	2,8	2,0	1,9	2,3	2,1
DM D-6	2,1	2,3	2,2	3,0	3,0	2,8	1,5	2,6	1,8	1,6	1,8	1,7
DM D-7	1,8	1,9	1,9	2,3	2,9	2,4	1,1	2,2	1,6	1,5	1,7	1,6
DM D-8	1,2	1,1	1,2	1,8	2,5	2,0	0,2	1,6	1,4	1,2	1,5	1,4
DM D-9	0,9	0,8	0,9	1,1	2,2	1,6	-	1,6	1,1	0,9	-	1,0
DM D-10	-	-	-	-	1,3	1,1	-	1,2	0,8	-	-	0,8



Gambar 2. Perbandingan sumber eksplan (SE) dari kriteria umur pohon yang berbeda.

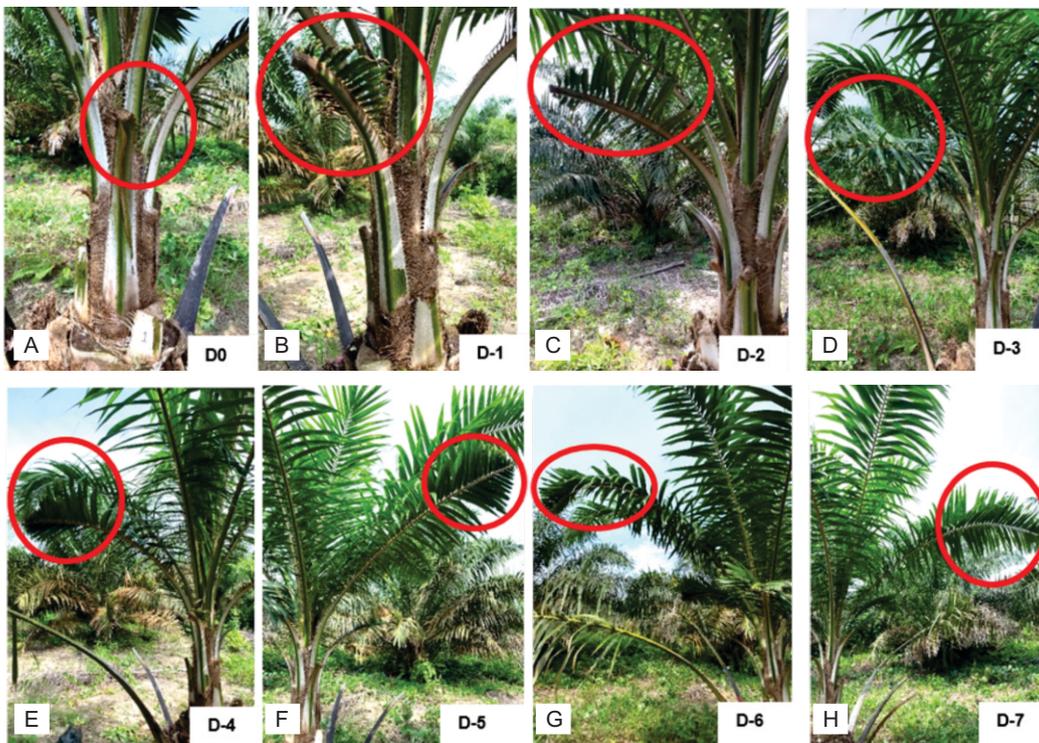
PROSES PEMULIHAN TAJUK PASCA PENGAMBILAN SUMBER EKSPLAN

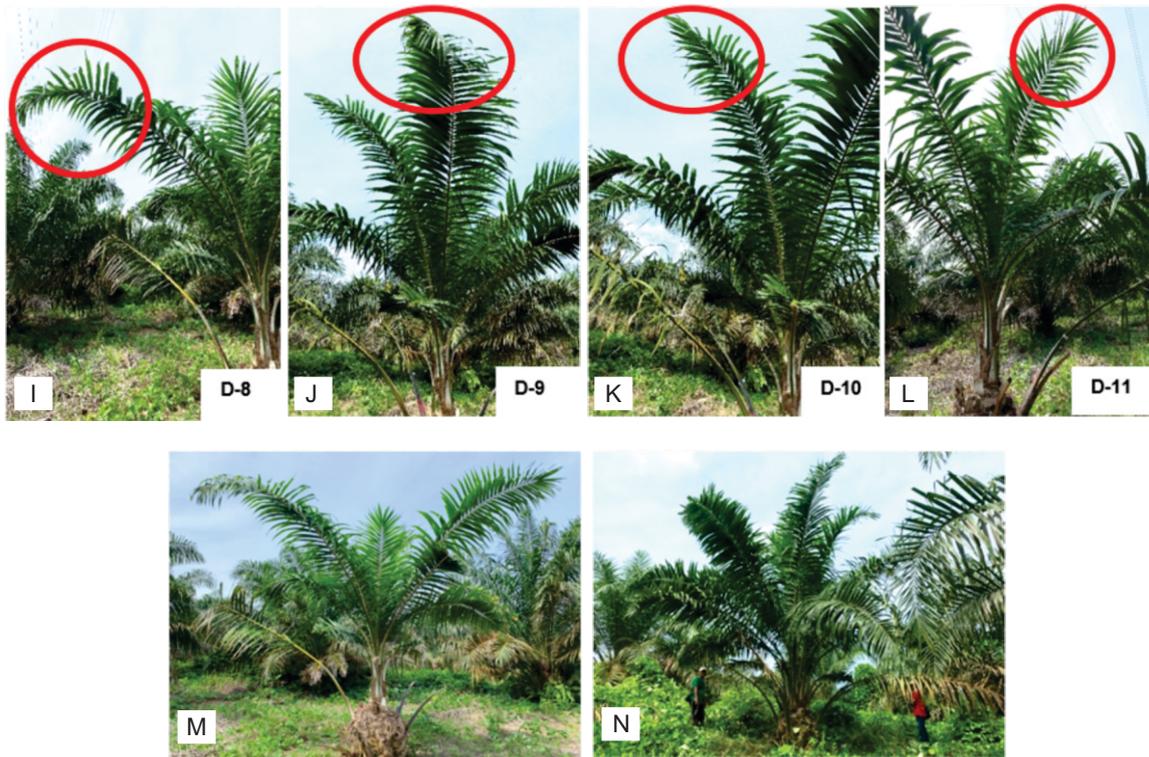
Pengamatan pertumbuhan tajuk dilakukan mengikuti jadwal pengamatan lapangan maupun jadwal pengambilan sumber eksplan berikutnya, sehingga foto profil yang diperoleh berdasarkan kondisi *real time* dan tidak dalam deret waktu pengamatan dengan interval yang sama. Pada tanaman berumur lima tahun, pengamatan dilakukan dalam interval 6 bulan sekali, sedangkan pada tanaman yang berumur 10 dan 18 tahun, pengamatan

dilakukan pada satu bulan setelah pengambilan sumber eksplan. Pohon yang diambil umbutnya akan memiliki penampilan awal seperti tanaman yang mengalami defisiensi Boron dengan ciri *lamina* yang keriting dan ujung anak daun melipat seperti mata pancing (Pornsuriya et al., 2013). Terkadang dijumpai juga gejala klorosis berupa belang putih (*white strips*) pada *lamina* karena terjadi ketidakseimbangan rasio nitrogen dan kalium (N/K) (Sutarta dan Syarovy, 2019) (Gambar 3). Namun seiring waktu pertumbuhan pelepah gejala abnormal akan berangsur menghilang.



Gambar 3. Pemulihan daun baru yang terlihat seperti mengalami gejala defisien boron (kiri) dan ketidakseimbangan rasio N/K (kanan).

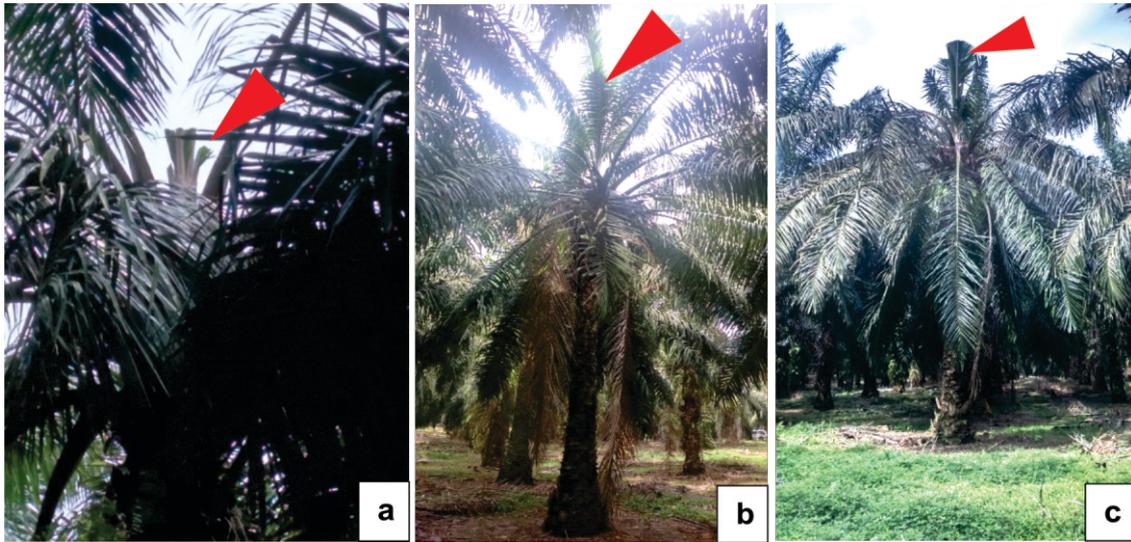




Gambar 4. Pertumbuhan tajuk pasca empat bulan pengambilan sumber eksplan pada tanaman berusia 5 tahun. A-L) perkembangan setiap nomor pelepah yang terpotong saat pengambilan sumber eksplan selama 9 bulan, M) keragaan tanaman setelah 4 bulan, N) keragaan tanaman setelah 9 bulan.



Gambar 5. Pertumbuhan tajuk pasca pengambilan sumber eksplan pada tanaman berusia 10 tahun. a-b) perkembangan setiap nomor pelepah setelah dua bulan pengambilan sumber eksplan setelah 5 bulan, c) keragaan tanaman setelah 5 bulan, d) keragaan tanaman setelah 14 bulan.



Gambar 6. Pertumbuhan tajuk pasca pengambilan umbut pada tanaman berusia 18 tahun. a) setelah satu bulan, b) setelah tiga bulan, c) setelah empat bulan. Tanda panah menunjukkan tajuk yang baru tumbuh.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, tanaman muda memiliki proses pemulihan lebih cepat dibandingkan tanaman yang lebih tua. Pada tanaman yang berusia lima tahun, dibutuhkan waktu sembilan bulan hingga tanaman tumbuh normal. Proses pemulihan tanaman pada kelompok umur lima tahun melibatkan 11 pelepah (dihitung dari daun tombak hingga daun minus 10) yang pertumbuhannya abnormal dan pada pelepah ke-11 sudah tumbuh pelepah normal. Pada tanaman berusia 10 tahun, keragaan tanaman yang normal terlihat setelah 14 bulan pasca pengambilan sumber eksplan. Proses pemulihannya melibatkan 10 pelepah terhitung dari daun tombak hingga daun minus sembilan dan terbentuk pelepah ke-10 yang pertumbuhannya normal. Pada tanaman berusia 18 tahun, pengamatan berhenti pada empat bulan setelah pengambilan sumber eksplan karena jadwal pengambilan sumber eksplan di kebun tersebut telah selesai, sehingga waktu yang dibutuhkan hingga keragaan tanaman normal tidak teramati. Namun dari gambar menunjukkan bahwa proses pemulihan tajuk pada tanaman yang lebih tua prosesnya lebih lambat. Hal itu terlihat pada bulan keempat, pelepah baru yang tumbuh masih sedikit dengan ukuran yang pendek. Semakin tua tanaman, pertumbuhannya semakin lambat dikarenakan masih dalam proses pemulihan. Dari studi fisiologi, transkriptomik, dan metabolomik menunjukkan bahwa tanaman tua mengalami

peningkatan regulasi penanda untuk respons stres karena stres fisiologis; hal tersebut berkaitan dengan semakin meningkatnya ukuran tanaman sehingga diperlukan air dan nutrisi yang banyak untuk mempertahankan biomassa, sedangkan ketersediaan air dan nutrisi dapat berubah-ubah (Pasques & Munne-Bosch, 2023; Wang et al., 2020). Semakin tinggi tanaman juga memperbesar jarak antara tajuk dengan akar yang menjadi kendala berikutnya dalam proses pengangkutan air. Lebih lanjut, pohon yang tua akan lebih rentan terhadap kerusakan mekanis seperti sambaran petir, angin kencang, apalagi jika disertai serangan hama dan penyakit (Volkava & Riha, 2024).

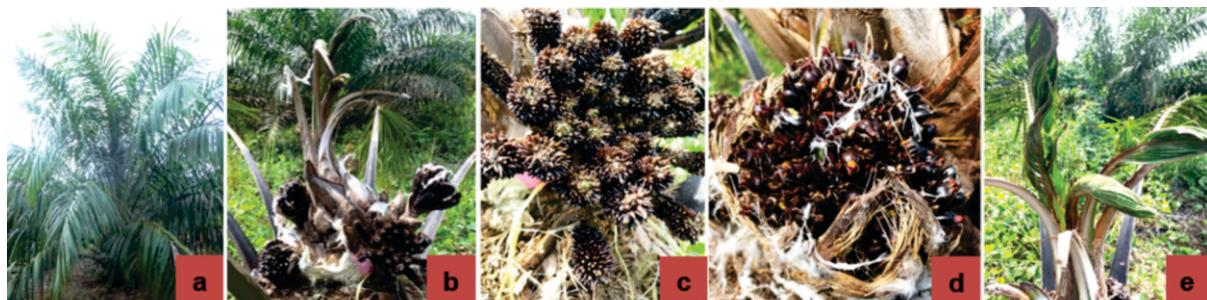
Tanaman yang mengalami pemangkasan pelepah (*defoliation*) secara total dapat pulih setelah dua tahun, namun 40% tanaman berpotensi mengalami kematian selama proses pemulihan tersebut (Mendoza et al., 1987). Tanaman yang pulih tidak selalu tumbuh menjadi tanaman normal, terkadang dijumpai pertumbuhan yang abnormal baik akibat kesalahan teknis pemotongan, perawatan luka terbuka yang tidak tepat, maupun efek dari pelukaan itu sendiri. Tanaman palma diketahui hanya mempunyai satu meristem apikal sehingga tidak memiliki percabangan. Namun efek dari pelukaan di bagian meristem apikal dapat memicu pertumbuhan abnormal berupa munculnya cabang aerial (*aerial branching*) (Hodel, 2009). Jenis lain pertumbuhan tajuk yang abnormal ditemui di

lapangan seperti yang terlihat pada Gambar 7 dan 8. Pada Gambar 7 tanaman yang tajuknya tidak tumbuh kembali akibat pemotongan yang mengenai meristem apikal menyebabkan titik tumbuh rusak dan membusuk. Tanaman tersebut hanya menunjukkan pertumbuhan organ generatif yakni bunga betina dan bunga jantan namun berukuran kecil. Organ generatif tetap tumbuh diduga karena inisiasi organ sudah berlangsung dua tahun sebelum dilakukan pemotongan tajuk. Untuk menghindari hal ini maka penting untuk mengetahui titik pemotongan yang akurat sehingga proses isolasi tidak melukai meristem apikal. Gambar 8 menunjukkan pertumbuhan tajuk, bunga, dan buah yang tidak normal yakni tajuk yang tumbuh berputar, bunga *androgynous* (ekor tupai), dan buah mantel berat. Salah satu penyebab pertumbuhan tajuk yang berputar diduga akibat serangan *Oryctes*

rhinoceros (kumbang tanduk) pada awal pertumbuhan pelepah muda. Kumbang tanduk menyukai tinggal di pelepah yang paling muda kemudian melubangi jaringan muda tersebut bahkan memotong pangkal pelepah (Philippe dan Dery, 2004; Egonyu et al., 2022). Namun bersamaan dengan itu di dalam satu pohon ditemukan juga bunga *androgynous* dan buah mantel berat yang diduga penyebabnya epigenetik (Corley dan Tinker, 2016). Hal tersebut menunjukkan bahwa tanaman sejak awal berpotensi abnormal namun secara fenotipik belum terlihat. Ekspresi dari abnormalitas tersebut baru terlihat setelah adanya cekaman berupa pelukaan saat pemotongan tajuk. Oleh sebab itu, untuk melakukan proses kultur dari pohon ortet yang berasal dari tanaman klon (rekloning) penting untuk melakukan uji abnormalitas secara molekuler terlebih dahulu.



Gambar 7. Proses pemulihan tajuk yang abnormal a) keragaan tanaman sebelum diambil sumber eksplan, b) kondisi tanaman tanpa pertumbuhan tajuk.



Gambar 8. Proses pemulihan tajuk yang abnormal a) keragaan tanaman sebelum diambil sumber eksplan, b) keragaan tanaman saat pemulihan, c) bunga ekor tupai, d) buah mantel berat, e) tajuk berputar.

Proses pemulihan tanaman kelapa sawit pasca pengambilan sumber eksplan belum banyak dilaporkan, namun ada beberapa penelitian menyatakan bahwa proses pemulihan setidaknya memerlukan waktu dua tahun (Weckx et al., 2019; Lim et al., 2023), sehingga pengambilan sumber eksplan dari tanaman yang sama (*resampling*) sebaiknya dilakukan di tahun ketiga setelah pengambilan sebelumnya. Efek pemangkasan daun bergantung pada spesies tanaman, jenis dan banyaknya jaringan yang dibuang, serta tahap perkembangan tanaman pada saat pemangkasan daun (Mendoza et al., 1987). Kondisi tersebut akan mempengaruhi proses regenerasi tanaman. Tanaman monokotil terkenal sulit untuk beregenerasi karena sel-sel yang mampu beregenerasi hanya terbatas pada pangkal helaian daun muda, berbeda dengan tanaman dikotil yang sel-sel kompetennya tersebar di seluruh daun di sepanjang jaringan pembuluh (Hu et al., 2017; Liang et al., 2023).

Proses pemulihan pada tanaman palma setidaknya membutuhkan waktu minimal 6 bulan. Pemulihan terjadi ketika kuncup muncul dan membentuk daun baru. Daun baru tidak terlihat normal pada awal pertumbuhan namun memiliki bentuk lebih pendek, serta anak daun atau ruas daun memiliki tepi nekrotik (jaringan mati). Seiring waktu, setiap daun baru yang muncul akan tampak lebih normal hingga akhirnya muncul daun yang normal sempurna. Secara keseluruhan, proses tersebut berlangsung kurang lebih selama 1–2 tahun (Elliot & Broschat, 2012). Hal tersebut sesuai dengan Gambar 4-6 yang menunjukkan bahwa proses pemulihan tajuk melibatkan banyak pelepah yang tumbuhnya abnormal pada fase awal, lalu menjadi normal seiring waktu. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pemulihan tersebut sama dengan proses pemulihan pada tanaman kelapa sawit yang mengalami pemangkasan ekstrim dengan menyisakan 17 pelepah saja akibat terserang hama *Coelaenomenodera elaeidis*. Proses pemangkasan menyebabkan daun yang baru muncul memiliki pelepah yang lebih pendek dan daun normal muncul setelah 2 tahun (Calvez, 1977). Studi yang dilakukan oleh Mendoza et al., (1987) pada *Astrocaryum mexicanum* (*Arecaceae*) menunjukkan bahwa pemangkasan 2/3 dari total pelepah dan pemangkasan total pelepah menyebabkan penurunan reproduksi dan kegagalan pembentukan buah selama 3 tahun. Hal tersebut

disebabkan cadangan energi yang tersimpan tidak cukup memenuhi kebutuhan energi untuk proses pembungaan dan ketika buah berhasil diproduksi diperlukan energi yang lebih besar untuk mempertahankan perkembangan dan pematangan buah, sehingga tanaman lebih memilih untuk menggugurkan organ reproduktifnya. Mendoza et al., (1987) juga mengatakan bahwa pembentukan pelepah hingga jumlahnya normal kembali diperlukan waktu hingga 2 tahun.

Proses pemulihan yang lambat mencapai dua tahun dipengaruhi beberapa faktor seperti aktivitas *single shoot apical meristem* (SAM) untuk produksi primordia daun dan ketersediaan karbon yang meliputi penyerapan karbon (*carbon uptake*) serta translokasi karbon untuk pertumbuhan tanaman. Dalam proses pembentukan primordia daun terjadi fluktuasi bentuk dan volume SAM yang disebabkan adanya perubahan zona sentral, dengan diawali pembesaran secara bertahap struktur tunika korpus tunggal saat tanaman muda, lalu ukuran tersebut menjadi stabil saat tanaman dewasa dan hanya mengalami modifikasi bentuk seiring bertambahnya usia tanaman; pada kondisi normal meristem pucuk vegetatif terus aktif dan menghasilkan daun baru setiap 2 minggu (Jouannic et al., 2011; Lv et al., 2023). Aktivitas regular dari SAM diindikasikan dengan pembentukan dua pelepah per bulannya, sehingga tanaman yang pertumbuhannya normal akan memproduksi 24 pelepah dalam setahun dan mencapai jumlah optimalnya untuk pertumbuhan di tahun kedua yaitu sebanyak 40-50 pelepah (Bake-well Stone, 2022). Gangguan pada SAM seperti pelukaan akan membuat aktivitas pembelahan sel untuk inisiasi primordia daun terhambat karena terjadi pengalihan fungsi ke proses pemulihan. Hal tersebut diduga akibat sel-sel yang berdekatan dengan luka mengalami kehilangan komunikasi secara tiba-tiba dengan sel-sel yang terletak di bagian luka (Kitagawa & Jackson, 2017). Kehilangan komunikasi dari satu sisi menyebabkan gen yang aktif terlepas dari jaringan regulasi perkembangan yang sedang berlangsung dan beralih untuk merespon sinyal bahaya yang berasal dari sel yang rusak di dekatnya (Shanmukhan et al., 2020).

Adanya pelukaan jaringan menyebabkan pelambatan pertumbuhan akibat penurunan karbon yang tersedia (Piper et al., 2017). Penyerapan karbon dilakukan oleh organ daun dari udara bebas sehingga pematangan tajuk secara signifikan menurunkan

jumlah karbon yang mampu diserap oleh tanaman (Sabbatini et al., 2019; Li et al., 2020). Karbon merupakan bahan baku proses fotosintesis untuk menghasilkan energi bagi tanaman guna proses tumbuh dan berkembangnya (Daud et al., 2021). Kondisi saat energi terbatas akhirnya membuat tanaman mengalihkan aktivitas yang semula untuk melanjutkan pertumbuhan ke fase berikutnya menjadi aktivitas penyimpanan energi untuk bertahan hidup (Wiley et al., 2013). Ketersediaan karbon tersebut juga penting kaitannya dengan mekanisme pertahanan tanaman. Luka terbuka akibat pemotongan berisiko tinggi terhadap terjadinya serangan hama maupun infeksi patogen (Pinnamaneni & Potineni, 2022). Untuk mencegah hal tersebut, tanaman memproduksi senyawa protektan menggunakan energi yang tersedia dan menyebabkan terjadinya translokasi karbon; efek dari translokasi ini adalah penghambatan pertumbuhan radial untuk pembesaran bagian batang (Wiley et al., 2017). Batang yang kokoh penting sebagai penopang mekanis untuk menyokong dan menahan tanaman tetap tegak, sehingga adanya penghambatan pada proses tersebut khususnya pada dua tahun pertama pertumbuhan berdampak buruk bagi kelangsungan hidup tanaman (Bake-well Stone, 2022; Speck & Burgert, 2011). Penghambatan ini dapat berlangsung selama beberapa tahun hingga kondisi tanaman membaik dan produksi senyawa protektan berkurang sehingga translokasi karbon dapat kembali untuk menunjang pertumbuhan radial (Wiley et al., 2017). Selain menghambat pertumbuhan radial, translokasi karbon juga menghambat fase generatif tanaman. Diketahui bahwa tanaman yang mengalami pemangkasan tajuk mengalami pelambatan fase generatif hingga 2 tahun (Mendoza et al. 1987).

KESIMPULAN

Pengambilan sumber eksplan untuk kultur jaringan merupakan tahapan yang krusial. Kesalahan dalam teknis pelaksanaan dapat menyebabkan kerusakan jaringan bahkan kematian pohon ortet. Pohon yang telah diambil sumber eksplannya dapat tumbuh normal kembali dengan melibatkan beberapa pelepah abnormal pada waktu awal, namun berangsur normal seiring waktu, dan setidaknya membutuhkan waktu dua tahun dengan memperhatikan perawatan yang optimal pada luka bekas potongan. Analisis morfologi

serta molekuler penting untuk dilakukan sebelum pengambilan sumber eksplan guna menjamin pohon ortet yang dipilih merupakan individu tanaman yang normal dengan karakter yang unggul.

DAFTAR PUSTAKA

- Astari, RP, Basyuni, M., Siregar, L.A.M., Damanik, R.I.M., Arifiyanto, D., Affandi, D., & Syahputra, I. (2024). Genotypic effects on accelerated propagation of oil palm breeding materials selected (*Elaeis guineensis* Jacq.) using somatic embryogenesis. *Oil Crop Science* 9(2): 111-120. doi: 10.1016/j.ocsci.2024.03.005.
- Babu, B.K., Mathur R.K., Suresh K., Ravichandran G., Susanthi B., Patil G.B., Ruthweek, N., & Mahesh M. (2025). Efficient regeneration protocol for producing true-to-type oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) through somatic embryogenesis from immature male inflorescence. *Heliyon* 11(1): e41479.
- Bakewell-Stone, P. (2022). *Elaeis guineensis* (African oil palm). *CABI Compendium*. doi: 10.1079/cabicompendium.20295.
- Calvez, C. (1976). Influences on oil palm yield of pruning at different levels. *Oleagineux*, 1(2): 57–58.
- Constantin, M., Nchu, W.A., Godswill, N., Wiendi, N.M.A., Wachjar, A., Frank, N.E.G. (2015). Induction of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq. var. Tenera) callogenesis and somatic embryogenesis from young leaf explants. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 3(4): 4-10. doi: 10.7324/JABB.2015.3402.
- Corley, R.H.V., & Tinker, P.B. 2016. *The Oil Palm*. Edisi kelima. Wiley Blackwell.
- Cui, J., Lamade, E., & Tcherkez, G. (2020). Seed Germination in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.): A Review of Metabolic Pathways and Control Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 4227. doi:10.3390/ijms21124227.
- Daud, M., Bustam, B.M., Harnelly, E., & Dharma W. (2021). Carbon absorption capability of single-leaf and compoundleaf plants in the BNI Urban Forest, Banda Aceh. *IOP Conf. Series: Earth*

- and Environmental Science*, 918 (2021) 012027. doi:10.1088/1755-1315/918/1/012027.
- Dharmawan AH, Nuva, Sudaryanti DA, Prameswari AA, Amalia R, & Dermawan A. (2018). Pengembangan bioenergi di Indonesia: Peluang dan tantangan kebijakan industri biodiesel. Working Paper 242. Bogor, Indonesia: CIFOR. doi: 10.17528/cifor/006890.
- Egonyu, J.P., Baguma, J., Martínez, L.C., Priwiratama, H., Subramanian, S., Tanga, C.M., Anankware, J.P., Roos, N., & Niassy, S. (2022). Global Advances on Insect Pest Management Research in Oil Palm. Sustainability. 14 (16288). Sustainability 2022, 14, 16288. doi: 10.3390/su142316288.
- Elliott, M.L., & Broschat, T. (2012). Hurricane-damaged palms in the landscape: care after the storm: ENH1204 EP465. EDIS 2012 (9). doi: 10.0.126.217/edis-ep465-2012.
- Ernayunita, Rahmadi, H.Y., & Yenni, Y. (2017). Perbanyak bahan tanam unggul kelapa sawit melalui kultur jaringan di PPKS. *Warta PPKS*, 21(4), 8-14.
- Ernayunita, Yenni, Y., Rahmadi, H.Y., Purba, A.R., Harahap I.Y., Pratiwi, D.R., Simamora, A.N., Setiowati, R.D., Nazri, E., Siregar, H.A., Pangaribuan, I.F., Sitepu, A.F., Hidayat, T.C., Lubis, M.I., & Supena, N. (2024). Towards the fourth decade of IOPRI's oil palm clones: Upcoming new variety. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1308 (2024) 012032. doi:10.1088/1755-1315/1308/1/012032.
- Espinoza-Ulloa, S.A. (2021). Relieving efforts in palm-tree tissue sampling for population genetics analyses. *Ecology and Evolution*, 11(12): 7946-7950.
- Gomes, H.T., Machado, L.G., Bartos, P.M.C., Balzon, T.A., Costa, F.H.S., Azevedo, V.C.R., Cardoso, I.M.A.S., de Souza, A.L.X., Inglis, P.W., & Scherwinski-Pereira, J.E. (2024). Somatic embryogenesis in oil palm from immature leaves with emphasis on leaf position, sequential callus re-collection, use of temporary immersion system, and assessment of genetic and epigenetic fidelity of the resulting clones. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 156:32. doi:10.1007/s11240-023-02630-3.
- Green, M., Lima, W.A.A, de Figueiredo, A.F., Atroch, A.L., Lopes, R, da Cunha, R.N.V., & Teixeira, P.C. (2013). Heat-treatment and germination of oil palm seeds (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Journal of Seed Science*, 35(3): 296-301.
- Hashim, A. T., Ishak, Z., Rosli, S. K., Ong-Abdullah, M., Ooi, S.-E., Husri, M. N., & Bakar, D. A. (2018). Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) somatic embryogenesis. In: Step Wise Protocols for Somatic Embryogenesis of Important Woody Plants. 2nd edition. Forestry Sciences (Jain, S. M. and Gupta, P., eds.). *Springer Cham*. 85: 209-229. DOI: 10.1007/978-3-319-79087-9_18.
- Hayati, P.K.D., Anggasta, G.N., & Anwar, A. (2020). Physical and chemical properties of dura and pisifera genotypes of oil palm seed and its viability and vigor. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 497 (2020) 012011. doi:10.1088/1755-1315/497/1/012011.
- Hodel, D.R. (2009). Biology of palms and implications for management in the landscape. *HortTechnology*, 19(4): 676-68. doi:10.21273/HORTSCI.19.4.676.
- Hu, B., Zhang, G., Liu, W., Shi, J., Wang, H., Qi, M., Li, J., Qin, P., Ruan, Y., Huang, H., Zhang, Y., & Xu, L., (2017). Divergent regeneration-competent cells adopt a common mechanism for callus initiation in angiosperms. *Regeneration*, 4: 132-139. doi: 10.1002/reg2.82.
- Jouannic, S., Lartaud, M., Hervé, J., Collin, M., Orioux, Y., Verdeil, J.L., & Tregear, J.W. (2011). The shoot apical meristem of oil palm (*Elaeis guineensis*; Arecaceae): Developmental progression and dynamics. *Annals of Botany*, 108(8):1477-87. doi: 10.1093/aob/mcr019.
- Karim, S.K.A. (2022). An Overview of Oil Palm Cultivation via Tissue Culture Technique. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.99198.
- Khatiwada, D., Palmen, C., & Silveira, S. (2021). Evaluating the palm oil demand in Indonesia: production trends, yields, and emerging issues. *Biofuels*, 12(2): 135-147. doi:

- 10.1080/17597269.2018.1461520
- Kitagawa, M., & Jackson, D. (2017). Plasmodesmata-Mediated Cell-to-Cell Communication in the Shoot Apical Meristem: How Stem Cells Talk. *Plants (Basel)*, 6(1):12. doi: 10.3390/plants6010012.
- Li, R., Han, J., Guan, X., Chi, Y., Zhang, W., Chen, L., Wang, Q., Xu, M., Yang, Q., & Wang, S. (2020). Crown pruning and understory removal did not change the tree growth rate in a Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) plantation. *Forest Ecology and Management*, 464, 118056. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118056.
- Liang, Y., Heymana, J., Lu, R., & Veyldera, L.D. (2023). Evolution of wound-activated regeneration pathways in the plant kingdom. *European Journal of Cell Biology*, 102 (2023): 151291.
- Lim, C., Wong, F.H., & Ooi, S.E. (2023). Reproducibility of Somatic Embryogenesis Upon Resampling of Oil Palm Orbits. *The Planter*, 99(1169). doi: 10.56333/tp.2023.025.
- Lv Z, Zhao W, Kong S, Li L, & Lin S. (2023). Overview of molecular mechanisms of plant leaf development: a systematic review. *Frontiers in Plant Science*, 14:1293424. doi: 10.3389/fpls.2023.1293424.
- Martin, J.J., Yarra, R., Wei, L., & Cao H. (2022). Oil Palm Breeding in the Modern Era: Challenges and Opportunities. *Plants*, 11(11): 1395. doi: 10.3390/plants11111395.
- Mendoza, A., Pinero, D., & Sarukhan, J. (1987). Effects of experimental defoliation on growth, reproduction and survival of *Astrocaryum mexicanum*. *Journal of Ecology*, 75: 545-554. doi:10.2307/2260433.
- Neliyati, N., Lizawati, L., & Zulkarnain, Z. (2019). The evaluation of sterilization protocol for sprout explants in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) tissue culture. *Journal of Physics: Conference Series*. 1402 033024. doi:10.1088/1742-6596/1402/3/033024.
- Pasques O., & Munne-Bosch, S. (2023). Physiological mechanisms underlying extreme longevity in mountain pine trees. *Plant Physiology*, 191:974–985. doi: 10.1093/plphys/kiac540.
- Pinnamaneni, R., & Potineni, K. (2023). Integrated Pest Management (IPM) in Oil Palm, *Elaeis guineensis* Jacq. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.108580
- Piper, F.I., Gundale, M.J., & Fajardo, A. (2015). Extreme defoliation reduces tree growth but not C and N storage in a winter-deciduous species. *Annals of Botany*, 115(7):1093-103. doi: 10.1093/aob/mcv038.
- Pornsuriya, C., Sunpapao, A., Srihanant, N., Worapattam, K., Kittimorakul, J., Phithakkit, S., & Petcharat, V. (2013). A survey of diseases and disorders in oil palms of Southern Thailand. *Plant Pathology Journal*, 12(4):169-175. doi: 10.3923/ppj.2013.169.175.
- René Philippe, R., & Dery, S.K. (2004). New way of controlling *Oryctes monoceros* (Coleoptera, Dynastidae), a coconut pest in GHANA. *Coconut Research and Development Journal*, 20(1): 34. doi: 10.37833/cord.v20i01.382.
- Sabbatini, P., Acimovic, D., Frioni, T., Tombesi, S, Sivilotti, P., Palliotti, A., & Poni, S. (2019). Carbon partitioning between shoot organs following early leaf removal. *BIO Web of Conferences*, 13, 03002. doi: 10.1051/bioconf/20191303002.
- Schmidt, P., Hartung, J., Bennewitz, J., Piepho, H.P. (2019). Heritability in plant breeding on a genotype-difference basis. *Genetics*, 212: 991–1008. doi: 10.1534/genetics.119.302134.
- Shanmukhan, A.P., Mathew, M.M., Radhakrishnan, D., Aiyaz, M., Prasad, K. (2020). Regrowing the damaged or lost body parts. *Current Opinion in Plant Biology*, 53:117–127.
- Speck, T., & Burgert, I. (2011). Plant Stems: Functional Design and Mechanics. *Annual Review of Materials Research*. 41:169–93. doi: 10.1146/annurev-matsci-062910-100425.
- Sumaryono, Riyadi, I., Saptari, R.T., Rahmadi, H.Y., & Ernayunita. (2018). Embryogenic callus initiation from leaf explants of *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (OxG) hybrids. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 183 012009. doi: 10.1088/1755-1315/183/1/012009.
- Sutarta, E.S., & Syarovy, M. (2019). Kesuburan Tanah

- dan Laju Fotosintesis Tanaman Kelapa Sawit yang Menunjukkan Gejala *White Stripe* pada Lahan Gambut di Labuhan Batu. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 27(2): 127-140. doi: 10.22302/iopri.jur.jpks.v27i2.78.
- Vilela, M.S.P., Andrade, J.C., Santos, R.S., Stein, V.C., & Paiva, L.V. (2019). Histological analysis of indirect somatic embryogenesis induced from root explants of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). *Revista Árvore*, 43(1):e430106. doi: 10.1590/1806-90882019000100006.
- Volkava, D., & Riha, K. (2024). Growing old while staying young. *EMBO Reports*, 25: 934-938. doi: 10.1038/s44319-024-00062-4.
- Wan Nur Syuhada, W.S., Rasid, O.A., & Parveez, G.K.A. (2016). Evaluation on the effects of culture medium on regeneration of oil palm plantlets from immature embryos (IE). *Journal of Oil Palm Research*, 28(2): 234-239. doi: <https://doi.org/10.21894/jopr.2016.2802.12>
- Wang L, Cui J, Jin B, Zhao J, Xu H, Lu Z, Li W, Li X, Li L, Liang E, Rao X, Wang S, Fu C, Cao F, Dixon RA, & Lin J. (2020). Multifeature analyses of vascular cambial cells reveal longevity mechanisms in old Ginkgo biloba trees. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117: 2201–2210.
- Weckx, S., Inzé, I., & Maene, L. (2019). Tissue Culture of Oil Palm: Finding the Balance Between Mass Propagation and Somaclonal Variation. *Frontiers in Plant Science*, 10(722). doi: 10.3389/fpls.2019.00722.
- Wiley, E., Brenda, B., Casper, Brent, R., & Helliker. (2017). Recovery following defoliation involves shifts in allocation that favour storage and reproduction over radial growth in black oak. *Journal of Ecology*, 105: 412–424. doi: 10.1111/1365-2745.12672.
- Wiley, E., Huepenbecker, S., Casper, B.B., & Helliker, B.R. (2013). The effects of defoliation on carbon allocation: can carbon limitation reduce growth in favour of storage?. *Tree Physiology*, 33(11): 1216–1228. doi: 10.1093/treephys/tp093.
- Wongvarodom, V., Sookkarn, R., Muangnapho, N., Eksomtramage, T., Thippan, S., & Lerslerwong, L. (2024). Dry-heat treatment for releasing the dormancy of stored oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seeds. *Journal of Oil Palm Research*, 36(2): 234-245. doi: 10.21894/jopr.2023.0015.

