

## PERTUMBUHAN BIBIT KLON KELAPA SAWIT CABUTAN (*BARE-ROOT*) SAAT REAKLIMATISASI

Arfan Nazhri Simamora, Agung Kurniawan<sup>1</sup>, Hernawan Y. Rahmadi

**Abstrak** - Kebutuhan bahan tanaman unggul kelapa sawit terus bertambah. Bahan tanaman kelapa sawit asal klon menawarkan produktivitas yang lebih tinggi 20% daripada bahan tanaman unggul asal perbanyakan benih. Salah satu komponen biaya yang cukup tinggi adalah biaya transportasi bibit ke areal tanam. Metode bibit cabutan (*bare-root*) tanpa tanah menjadi alternatif pengiriman bibit yang efisien, terutama dalam jumlah besar dan jarak angkut yang jauh. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan bibit cabutan saat perlakuan reaktimisasi sebelum bibit ditanam di pembibitan utama terbuka. Penelitian menggunakan bibit klon kelapa sawit dari varietas La Mé dan PPKS 718 berumur 7 – 9 bulan. Bibit klon dikirim dari Sumatera Utara ke Kalimantan Barat berupa bibit cabutan yang dibungkus menggunakan koran pada bagian akarnya setelah sebelumnya dibersihkan dari tanah dan disemprot dengan fungisida. Bibit selanjutnya dikemas dan dikirim via kargo pesawat. Bibit kemudian dipindah tanam di media campuran *top soil*, kompos dan pasir dengan rasio 10 : 3 : 1. Reaktimisasi bibit dilakukan dengan memberikan naungan 100% sebanyak 3 lapis pada areal pembibitan yang selanjutnya dikurangi satu lapis setiap bulannya selama 3 bulan reaktimisasi. Hasil analisis data pertumbuhan vegetatif populasi bibit klon menunjukkan bahwa pertambahan tinggi, diameter dan jumlah pelepah bibit cenderung sedikit meningkat pada dua bulan pertama reaktimisasi dan bertambah pesat di bulan ketiga reaktimisasi. Dua bulan pertama reaktimisasi merupakan waktu pemulihan bibit cabutan dari cekaman akibat pengiriman dan cekaman kekurangan air dan hara akibat ketiadaan media tanah. Reaktimisasi bibit cabutan sangat penting untuk dilakukan sebelum bibit dipelihara di pembibitan utama dengan areal terbuka.

**Kata kunci:** bibit cabutan, klon kelapa sawit, pertumbuhan vegetatif, reaktimisasi

### PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan tanaman kelapa sawit unggul terus bertambah seiring peningkatan luas areal pertanaman maupun penanaman ulang. Diperkirakan pertambahan areal pertanaman kelapa sawit di tahun 2021 mencapai 5% dari luasan di tahun 2018 yang seluruhnya didominasi oleh perkebunan rakyat dan swasta (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020). Bahan tanaman yang digunakan oleh pelaku usaha kelapa sawit umumnya kecambah/bibit unggul hasil

persilangan dura x tenera (DxP) yang diperoleh dari produsen benih kelapa sawit resmi. Saat ini ada 19 produsen benih kelapa sawit resmi di Indonesia dengan 30% lebih porsi pasarnya dikuasai oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2021). Namun, bahan tanaman kelapa sawit unggul hasil perbanyakan kultur *in vitro* (klon) belum banyak digunakan oleh pelaku usaha kelapa sawit karena penjualan secara resmi masih sangat terbatas dan sebagian memperolehnya dengan mekanisme kerjasama penelitian. Padahal bibit klon kelapa sawit dilaporkan memiliki pertumbuhan yang seragam dan berproduksi paling tidak lebih dari 20% dibandingkan produksi tanaman asal bibit DxP (Kushairi et al., 2010).

Bibit klon kelapa sawit dijual/dikerjakasakan dalam bentuk *pre nursery* (PN) maupun *main nursery* (MN). Selain harga bibitnya yang lebih mahal dibandingkan bibit PN dan MN asal kecambah unggul, ongkos pengangkutan bibit juga menjadi beban tambahan biaya yang tidak sedikit bagi pelaku usaha

---

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

Arfan Nazhri Simamora(✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan 20158, Indonesia

Email: arfan.nazhri@gmail.com

<sup>1</sup> Research Centre PT. Bumitama Gunajaya Agro, Pundu, Kalimantan Tengah, HO : Jl. Melawai Raya No. 10 Kebayoran Baru, Jakarta 12160, Indonesia

budidaya kelapa sawit. Oleh karenanya, pengiriman bibit secara cabutan (Ernayunita et al., 2013; 2014) menjadi alternatif untuk mengurangi biaya pengiriman sekaligus menjaga daya hidup bibit pasca pengiriman.

Ernayunita et al. (2014) melaporkan bahwa daya hidup bibit tetap tinggi (>80%) meskipun durasi pengiriman hingga tanam mencapai 14 hari dengan perlakuan koran kering dan penyungkupan individu bibit. Penyungkupan individu akan menjadi tidak efisien apabila bibit yang dikirim dalam jumlah besar. Sebagai gantinya, bibit diberi naungan 100% yang dapat menciptakan iklim mikro sebagaimana tujuan penyungkupan individu. Di samping itu, selain daya hidup bibit, perlu dilakukan evaluasi pertumbuhan bibit cabutan pasca tanam di polibeg baru, sebelum dirawat di pembibitan MN dengan areal yang terbuka.

Percobaan ini bertujuan untuk melihat secara umum pertambahan pertumbuhan bibit cabutan selama fase reaktivasi. Percobaan dilakukan dengan mengukur pertambahan pertumbuhan vegetatif seluruh individu bibit dalam populasi selama 3 bulan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Pengamatan dilakukan di pembibitan PT. Sentosa Prima Agro di Kecamatan Sungai Merayak, Ketapang, Kalimantan Barat. Bibit klon berasal dari pembibitan Laboratorium Kultur Jaringan PPKS. Bibit dikirim berupa bibit cabutan tanpa tanah (*bare-root*) yang dibungkus menggunakan koran pada bagian akarnya setelah sebelumnya dibersihkan dari tanah dan disemprot dengan fungisida (Ernayunita et al. 2014).

Bibit kemudian dikemas di dalam karton tebal dan dikirim via kargo pesawat. Durasi pengemasan bibit hingga tiba di lokasi pembibitan reaktivasi selama 5 hari.

Bibit yang diamati merupakan bibit klon dari sumber ortet yang mewakili varietas PPKS 718 (MK 717 dan 718) umur 9 bulan dan La Mé (MK 724, 734 dan 736) berumur 7,8 dan 9 bulan. Media tanam bibit merupakan campuran tanah top soil, pupuk kandang dan pasir dengan perbandingan 10 : 3 : 1 (Hidayat et al., 2011) yang diisi ke polibeg hitam berukuran 50 x 40 cm. Pengendalian gulma dilakukan setiap minggu dan pengendalian hama dilakukan hanya apabila ditemukan tanda serangan. Pengamatan berupa pengukuran tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah pelepah menggunakan meteran dan jangka sorong.

### Reaktivasi

Reaktivasi dilakukan untuk memulihkan bibit cabutan dari cekaman berat akibat ketiadaan media tanam (tanah) dan durasi serta perlakuan pada saat pengiriman bibit ke lokasi. Penanaman bibit klon cabutan tanpa tanah (*bare-root*) dilakukan di pembibitan dengan naungan menggunakan paranet 3 lapis (naungan 100%) dan permukaan arealnya diberi lapisan pasir. Naungan sebanyak 3 lapis dimaksudkan agar bibit tidak tersinari matahari secara langsung. Sinar matahari langsung pada bibit yang masih dalam keadaan tercekam berat pasca cabutan dan pengiriman dapat menyebabkan *sun scorch* yang ditandai dengan daun bibit yang mengering seperti terbakar (Ernayunita et al., 2013). Polibeg yang telah diisi media tanam disusun rapat. Sehari sebelum penanaman bibit, media tanam disiram sampai jenuh dan airnya dibiarkan sampai terserap tanah seluruhnya.



Gambar 1 . a) Pembibitan reaktivasi dengan naungan; b) bibit cabutan ditanam rapat sesuai kelompok MK-nya

Setelah penanaman, tidak dilakukan penyiraman selama 1 bulan. Naungan paranet dikurangi satu lapis setiap bulannya. Penyiraman ke polibeg tanpa mengenai daun bibit dilakukan di bulan ke-2.

### Analisis data

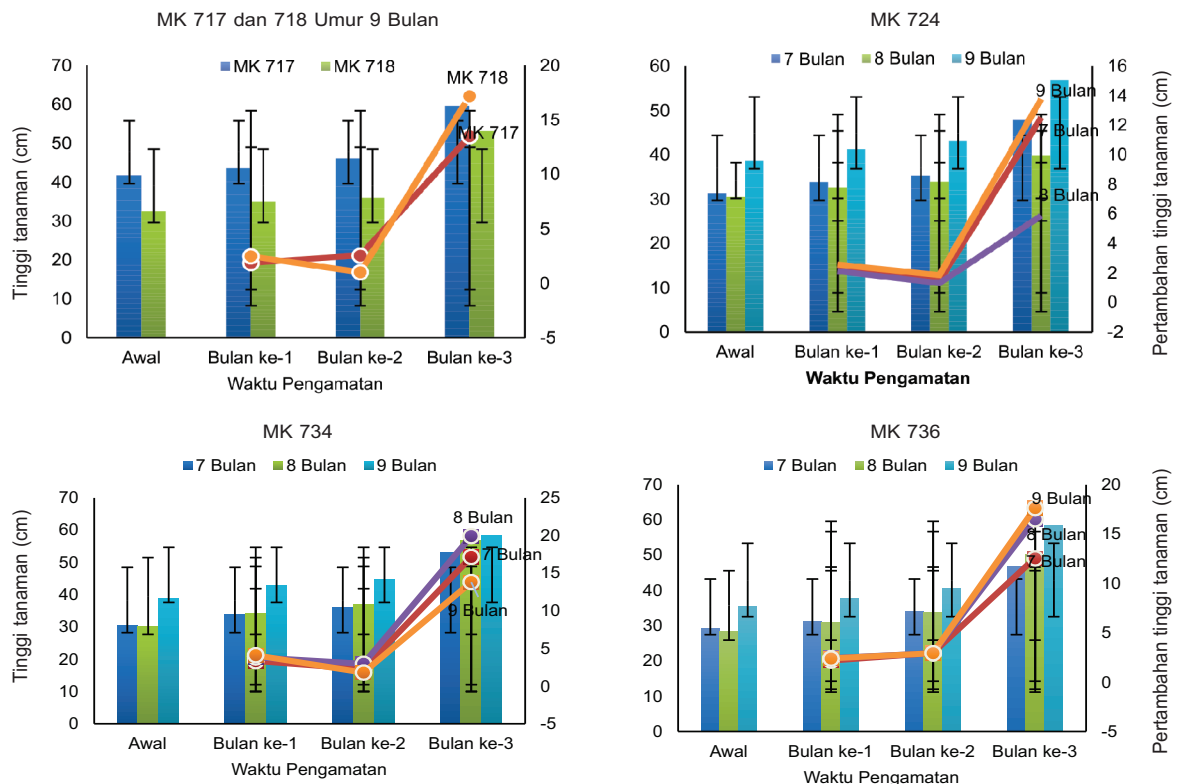
Pengukuran pertambahan tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah pelepah dilakukan pada setiap individu bibit dalam populasi. Sebanyak 4.013 data pengukuran diperoleh yang selanjutnya ditapis menjadi 2.495 data. Penapisan data berdasarkan pertambahan pertumbuhan yang bernilai negatif (minus) baik pada salah satu parameter pengamatan (tinggi tanaman, diameter batang atau jumlah pelepah) maupun seluruhnya, serta data dari individu bibit yang mati. Selanjutnya data ditapis kembali berdasarkan data jumlah individu per umur bibit ( $n \geq 25$ ) yang bisa mewakili tiap MK bibit. Diperoleh sebanyak 1.469 data yang digunakan untuk analisis. Penyajian hasil analisis dilakukan dalam bentuk statistik deskripsi dengan

bantuan aplikasi statistik Minitab 21 (Minitab, LLC, Pennsylvania, US, 2021).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

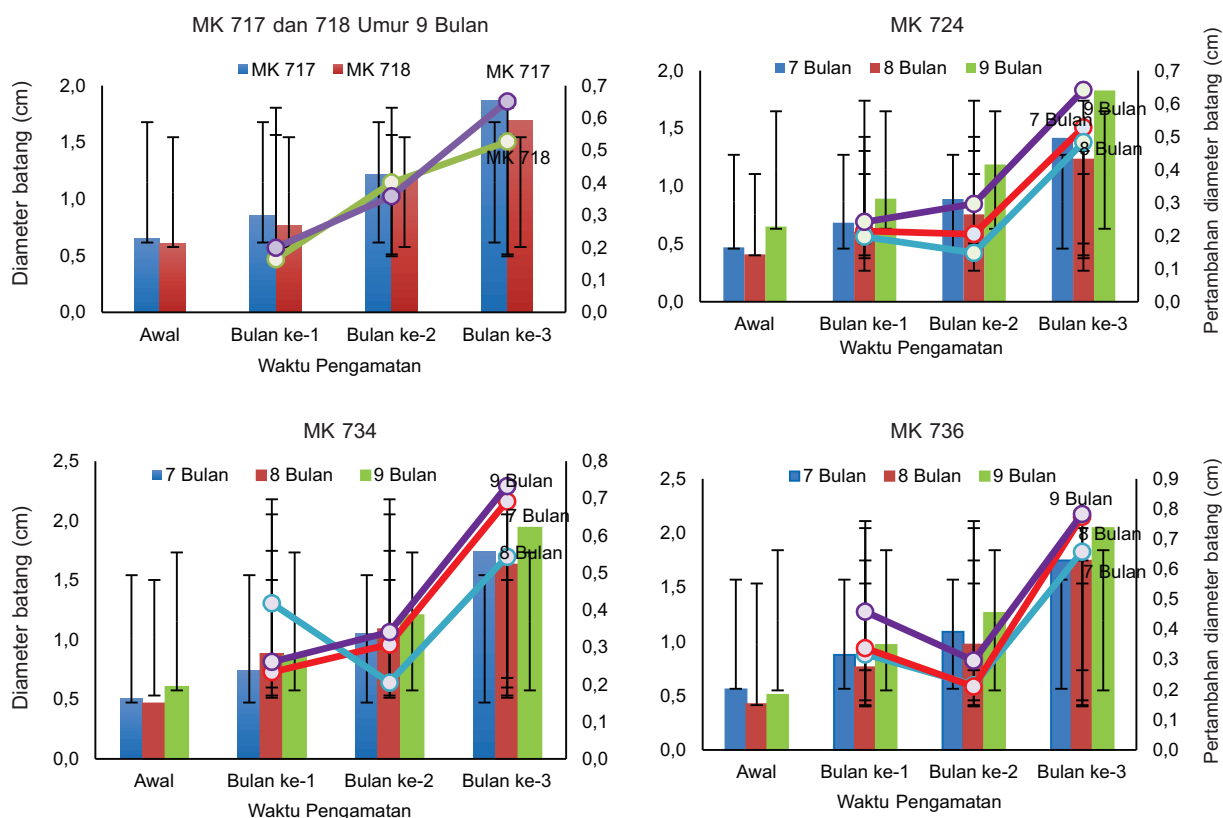
Setelah satu bulan proses reaktivasi, tinggi tanaman bibit klon yang dikirim secara cabutan mengalami peningkatan. Pertambahan tinggi bibit cenderung sama pada bulan ke-1 dan ke-2 reaktivasi berturut-turut sebesar 1,8 dan 1,3 cm. Pertambahan tinggi bibit meningkat pesat pada bulan ke-3 hingga 7 – 9,5 kalinya. Variasi pertambahan tinggi bibit di bulan ke-1 dan ke-2 memiliki koefisien variasi lebih dari 100%. Koefisien variasi pertambahan tinggi menurun pada bulan ke-3 pengamatan menjadi 68% (Tabel 1). Pada MK tertentu, semakin tua umur awal bibit, semakin tinggi kenaikan nilai pertambahan tinggi tanamannya, seperti pada MK 736. Namun pada beberapa MK, umur bibit tidak berpengaruh terhadap nilai akhir pertambahan tingginya (Gambar 2).



Gambar 2. Tinggi tanaman dan pertambahan tinggi tanaman setiap jenis MK dan umur bibit. Keterangan : Diagram batang merupakan nilai tinggi tanaman dan diagram garis merupakan nilai pertambahan tinggi antar interval waktu pengamatan.

Pertambahan diameter batang bibit juga mengikuti pola yang hampir mirip dengan pertambahan tinggi bibit. Pertambahan diameter batang pada pengamatan bulan ke-1 dan bulan ke-2 berturut-turut sebesar 0,3 dan 0,4 cm (Tabel 1). Pertambahan diameter batang meningkat 2 kali lipat sebesar 0,8 cm pada bulan ke-3. Bibit berumur 9 bulan memiliki pertambahan diameter batang paling tinggi di semua MK. Seperti halnya

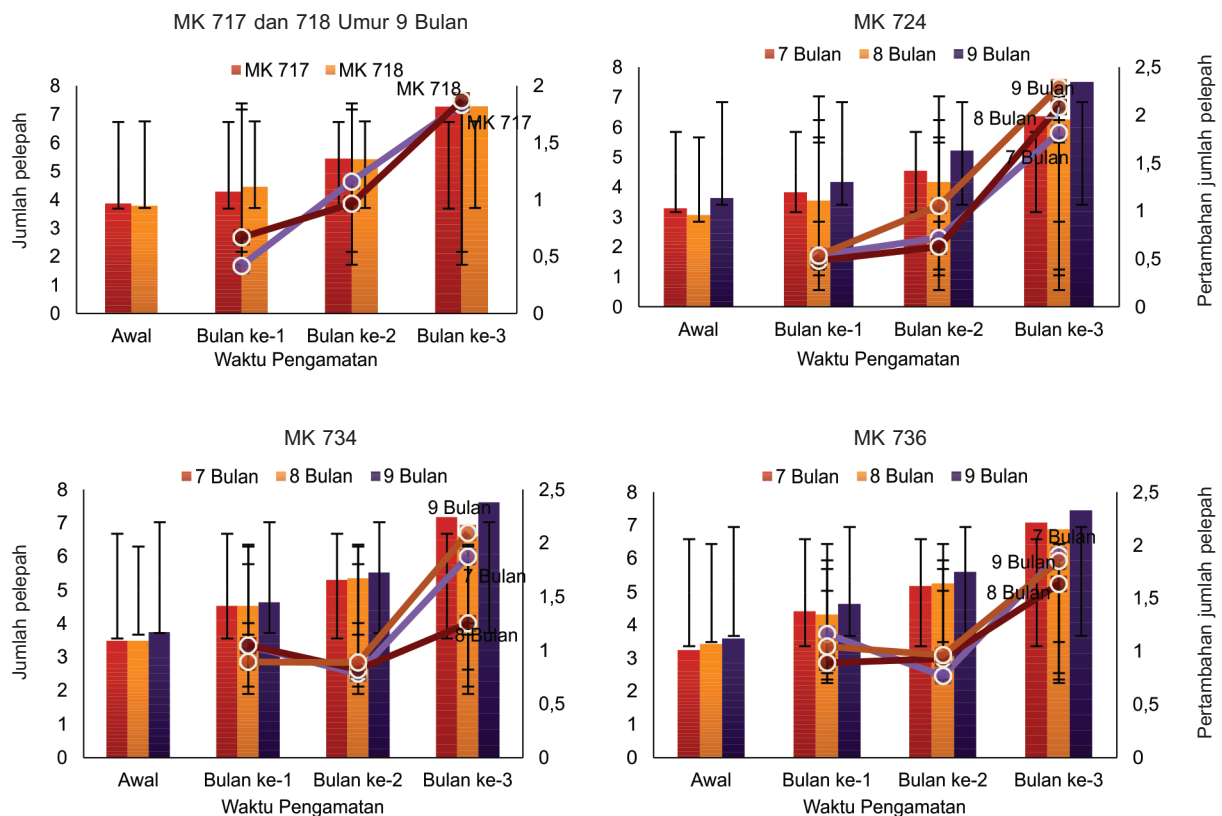
pertambahan tinggi tanaman, pertambahan diameter batang MK 736 sesuai dengan umur bibitnya, sedangkan MK lainnya bervariasi (Gambar 3). Variasi dari pertambahan diameter batang juga cukup tinggi di bulan ke-1 dan bulan ke-2 berturut-turut sebesar 77,4% dan 87,6%. Variasi pertambahan diameter bibit menurun pada bulan ke-3 dengan koefisien 59,1% (Tabel 1).



Gambar 3. Diameter batang dan pertambahan diameter batang setiap jenis MK dan umur bibit. Keterangan : Diagram batang merupakan nilai diameter batang dan diagram garis merupakan nilai pertambahan diameter batang antar interval waktu pengamatan.

Pertambahan jumlah pelepah bibit klon pada bulan ke-1 rata-rata sebanyak 0,6 pelepah dan meningkat menjadi 0,9 pelepah pada bulan ke-2 reaktifasi. Pertambahan pelepah bibit meningkat 2 kali lipat menjadi 1,9 pelepah pada bulan ke-3. Sebagaimana pertambahan tinggi dan diameter batang, koefisien variasi pertambahan pelepah juga cukup tinggi di bulan-

bulan awal reaktifasi sebesar 71 – 93%. Variasi pertambahan pelepah menurun di bulan ke-3 reaktifasi menjadi 53,3% (Tabel 1). Meskipun rerata jumlah pelepah bibit berumur 9 bulan paling banyak untuk seluruh MK, namun nilai pertambahannya antar interval waktu pengamatan menunjukkan respon yang bervariasi (Gambar 4).



Gambar 4. Jumlah pelepah dan pertambahan jumlah pelepah setiap jenis MK dan umur bibit. Keterangan : Diagram batang merupakan jumlah pelepah dan diagram garis merupakan nilai pertambahan pelepah antar interval waktu pengamatan.

## Pembahasan

Pertumbuhan vegetatif bibit klon kelapa sawit cabutan sangat bervariasi pada fase reaktivasi, terutama pada saat bulan pertama dan kedua pengamatan. Variasi pertumbuhan bahkan terjadi pada kelompok MK dan umur bibit yang sama hingga mencapai lebih dari 100% (Tabel 1). Namun, variasi pertumbuhan menurun sekitar 50% pada bulan ketiga pengamatan. Hal ini disebabkan tingkat cekaman bibit yang terus menurun sehingga laju pertumbuhannya menjadi lebih stabil. Hasil ini sejalan dengan penelitian Anaba et al. (2020) yang menemukan bahwa pertumbuhan bibit cabutan terutama tinggi bibit, meningkat secara signifikan setelah dua bulan pengamatan.

Meskipun bibit cabutan masih tercekam akibat pindah tanam, tinggi dan diameter serta jumlah pelepah bibit klon kelapa sawit masih tetap

bertambah pertumbuhannya. Hal ini dikarenakan akar bibit kelapa sawit memiliki akar sekunder hingga tersier/kuarter yang dapat mempercepat penambatan akar ke tanah sehingga bibit masih tetap bisa melanjutkan proses metabolismenya. Di samping itu, media tanah yang digunakan pada pembibitan reaktivasi ini juga merupakan kombinasi *top soil*, pasir dan kompos sehingga porositasnya cukup untuk penetrasi akar serta nutrisi makro tersedia di media tanah. Variasi pertumbuhan bibit yang tinggi diduga akibat perbedaan densitas akar terutama akar tersier dan kuartier yang menyebabkan perbedaan laju penyerapan air dan hara masing-masing bibit (Yahya, Hashim, & Harun, 2015).

Penggunaan naungan pada proses reaktivasi juga menurunkan cekaman akibat paparan cahaya matahari langsung. Pengurangan naungan secara bertahap memberi kesempatan bibit untuk pulih



Tabel 1. Nilai dan koefisien variasi pertambahan pertumbuhan vegetatif bibit klon dari berbagai MK dan umur bibit saat 1 – 3 bulan reaktivasi

MK	Umur	Pertambahan Tinggi Tanaman (cm)						Pertambahan Diameter Batang (cm)						Pertambahan Jumlah Pelepah					
		Bulan ke -						Bulan ke -						Bulan ke -					
		1 + SD	KV	2 + SD	KV	3 + SD	KV	1 + SD	KV	2 + SD	KV	3 + SD	KV	1 + SD	KV	2 + SD	KV	3 + SD	KV
717	9	0,7±0,9	124,6	2,1±2,7	129,7	11,5±8,7	75,5	0,1±0,1	80,7	0,3±0,2	65,4	0,6±0,3	51,6	0,4±0,5	125,1	1,1±0,8	76,1	1,6±0,9	56,0
718	9	1,4±1,5	108,4	0,7±0,7	101,9	19,1±9,3	48,7	0,1±0,1	80,0	0,4±0,2	59,4	0,5±0,3	55,7	0,6±0,6	107,3	1,0±0,0	0,0	1,7±0,7	42,5
724	7	1,8±1,7	92,5	1,2±1,2	99,8	11,4±11,3	99,2	0,2±0,2	90,3	0,2±0,2	102,4	0,5±0,4	77,9	0,4±0,6	133,5	0,6±0,6	102,1	1,8±1,2	68,3
724	8	1,6±1,6	102,5	1,2±1,2	95,8	3,2±1,8	54,7	0,2±0,1	78,6	0,1±0,1	111,4	0,5±0,3	65,1	0,5±0,6	130,6	0,5±0,6	116,8	2±1,2	58,2
724	9	2,0±1,6	79,1	1,4±1,2	88,1	12,9±9,9	76,2	0,2±0,2	84,0	0,3±0,2	82,3	0,6±0,3	53,8	0,5±0,6	117,1	1±0,7	71,8	2,4±0,9	39,2
734	7	2,4±2,0	81,3	1,2±1,3	108,9	15,2±10,1	66,7	0,2±0,1	82,0	0,2±0,2	94,0	0,6±0,3	56,9	0,8±0,7	87,6	0,7±0,6	90,9	1,8±1,1	62,0
734	8	1,9±1,6	83,3	1,7±2,2	128,5	15,8±8,1	51,4	0,3±0,2	79,0	0,1±0,1	100,3	0,4±0,3	76,8	0,7±0,5	66,6	0,7±0,5	76,4	1,3±0,8	65,3
734	9	3,4±2,7	78,9	1,1±1,4	124,4	12,8±9,6	75,2	0,2±0,2	76,9	0,3±0,2	74,8	0,7±0,4	53,6	0,8±0,7	83,1	0,8±0,6	75,2	2,1±1,1	54,0
736	7	1,9±1,3	69,6	1,0±1,4	138,0	11,5±9,5	82,8	0,3±0,2	64,7	0,2±0,1	87,8	0,5±0,3	56,4	0,9±0,9	97,2	0,6±0,7	105,6	1,9±0,8	43,9
736	8	1,9±1,5	78,5	1,3±1,4	112,5	14,0±9,7	69,2	0,3±0,2	69,7	0,1±0,2	109,3	0,6±0,3	44,7	0,8±0,6	83,7	0,7±0,5	66,0	1,6±0,8	49,7
736	9	1,8±1,5	84,5	0,9±1,2	124,3	18,5±8,9	48,1	0,5±0,3	66,1	0,3±0,2	76,4	0,8±0,5	57,4	1,0±0,0	0,0	1,0±0,0	0,0	2,0±0,9	47,1

Keterangan : SD = standar deviasi; KV = koefisien variasi

sehingga penyerapan cahaya untuk membentuk asimilat menjadi optimal. Paparan cahaya matahari langsung pada bibit dan dalam kondisi tercekam dapat mengganggu laju asimilasi CO<sub>2</sub> dan menurunkan kadar klorofil (Cazzaniga, Dall' Osto, Kong, Wada, & Bassi, 2013; Goh, Ko, Koh, Kim, & Bae, 2012; Gururani, Venkatesh, & Tran, 2015). Penggunaan naungan selama 5 minggu dilaporkan mampu memulihkan level fluoresen klorofil dan laju asimilasi CO<sub>2</sub> pada bibit *Picea abies* (L.) Karst dan *Pinus sylvestris* L. (Hernandez Velasco & Mattsson, 2020). Agele et al. (2017) juga melaporkan bahwa penggunaan naungan menjaga kelembaban tanah yang berpengaruh signifikan terhadap laju pertumbuhan bibit kelapa sawit.

Pertumbuhan vegetatif bibit klon bervariasi antar jenis MK dan umur bibit yang sama. Gambar 2,3 dan 4 (diagram garis) menunjukkan bahwa nilai pertambahan tinggi, diameter batang dan jumlah pelepah bibit dari berbagai umur dan jenis MK meningkat pesat di bulan ke-3 reaktivasi. Gambar 2,3 dan 4 juga menunjukkan bahwa meskipun tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah pelepah bibit linear bertambah setiap bulannya (diagram batang), laju pertambahan pertumbuhannya (diagram garis) tidak selalu meningkat secara linear, seperti yang ditunjukkan pada interval bulan ke-1 dan ke-2.. Riwayat perkembangan bibit sejak masih planlet serta perbedaan densitas akar tersier dan kuartar (Yahya et al., 2015) mungkin menjadi faktor yang lebih mempengaruhi laju pertumbuhan bibit dibandingkan jenis MK maupun umurnya seperti pada *Quercus rubra* (Sloan & Jacobs, 2016).

Kesuksesan bibit untuk bertahan hidup dan tumbuh tergantung kombinasi kemampuan morfologis dan fisiologis serta adaptasi akar bibit untuk mengatasi cekaman dari kondisi lingkungan (Khan, Gemenet, & Villordon, 2016) dan media tumbuh yang baru (Barberon et al., 2016). Pra-perlakuan seperti reaktivasi membantu bibit untuk lebih cepat pulih dari cekaman dan mampu tumbuh, untuk kemudian siap ditanam di lahan. Studi menunjukkan bahwa pra-perlakuan aklimatisasi meningkatkan kemampuan bibit untuk konservasi air sehingga bibit dapat meningkatkan ekspansi daun, laju fotosintesis dan akumulasi biomassa pada organ tanamannya (Karimi & Ehterami-Fini, 2021). Data pengamatan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa bibit yang telah melewati fase cekaman pasca pindah tanam secara cabutan, yaitu

bulan ke-3 reaktivasi, pertumbuhannya menjadi pesat. Hasil ini menunjukkan bahwa pra-perlakuan reaktivasi bibit kelapa sawit yang dikirim secara cabutan penting untuk dilakukan agar kemampuan tumbuh dan bertahan hidup bibit di pembibitan utama terjamin.

## KESIMPULAN

Pertumbuhan vegetatif bibit klon kelapa sawit berupa tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah pelepah bervariasi pada jenis MK dan umur bibit yang sama. Laju pertumbuhan vegetatif bibit klon cenderung pesat pada saat bulan ke-3 reaktivasi bibit. Diduga dua bulan pertama pasca pindah tanam merupakan waktu pemulihan cekaman pada bibit klon cabutan. Disarankan melakukan percobaan dengan menggunakan rancangan lingkungan dan parameter yang lebih banyak untuk melihat secara detail pola pertambahan bibit klon cabutan saat fase reaktivasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agele, S. O., Aiyelari, P., & Friday, C. (2017). Effects of shading, irrigation and mycorrhizal inoculation on growth and development of oil palm *Elaeis guineensis* Jacq. (Magnoliophyta: Arecaceae) seedlings in the nursery. *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 4(7), 113–126. doi: 10.21472/bjbs.040712
- Anaba, B. D., Yemefack, M., Abossolo-Angue, M., Ntsomboh-Ntsefong, G., Bilong, E. G., Ngando Ebongue, G. F., & Bell, J. M. (2020). Soil texture and watering impact on pot recovery of soil-stripped oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings. *Heliyon*, 6 ( 1 0 ) , e 0 5 3 1 0 . d o i : 10.1016/j.heliyon.2020.e05310
- Barberon, M., Vermeer, J. E. M., De Bellis, D., Wang, P., Naseer, S., Andersen, T. G., ... Geldner, N. (2016). Adaptation of Root Function by Nutrient-Induced Plasticity of Endodermal Differentiation. *Cell*, 164(3), 447–459. doi: 10.1016/j.cell.2015.12.021
- Bengough, A. G., Loades, K., & McKenzie, B. M. (2016). Root hairs aid soil penetration by anchoring the root surface to pore walls. *Journal of Experimental Botany*, 67(4),

- 1071–1078. doi: 10.1093/jxb/erv560
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2020). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019 - 2021 [e-book]. Diakses dari <https://ditjenbun.pertanian.go.id/>
- Ernayunita, Rahmadi, H.Y., & Susanto, A. (2013). *Simulasi pengiriman bibit klon dan kecambah menggunakan teknik tanpa media tanam*. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 2013. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Ernayunita, Simamora, A.N., & Rahmadi, H.Y. (2014). Simulasi pengiriman bibit klon kelapa sawit tanpa menggunakan media tanam. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 22(2), 57-66.
- Cazzaniga, S., Dall'Osto, L., Kong, S.-G., Wada, M., & Bassi, R. (2013). Interaction between avoidance of photon absorption, excess energy dissipation and zeaxanthin synthesis against photooxidative stress in *Arabidopsis*. *The Plant Journal*, 76(4), 568–579. doi: 10.1111/tpj.12314
- Goh, C.-H., Ko, S.-M., Koh, S., Kim, Y.-J., & Bae, H.-J. (2012). Photosynthesis and Environments: Photoinhibition and Repair Mechanisms in Plants. *Journal of Plant Biology*, 55(2), 93–101. doi: 10.1007/s12374-011-9195-2
- Gururani, M. A., Venkatesh, J., & Tran, L. S. P. (2015). Regulation of Photosynthesis during Abiotic Stress-Induced Photoinhibition. *Molecular Plant*, 8(9), 1304–1320. doi: 10.1016/j.molp.2015.05.005
- Hernandez Velasco, M., & Mattsson, A. (2020). Light Shock Stress after Outdoor Sunlight Exposure in Seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. And *Pinus sylvestris* L. Pre-Cultivated under LEDs—Possible Mitigation Treatments and Their Energy Consumption. *Forests*, 11(3), 354. doi: 10.3390/f11030354
- Hidayat, T.C., Simamora, A.N., Nazri, E., & Harahap, I.Y. (2011). *Aklimatisasi Planlet Kultur Jaringan Kelapa Sawit*. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit (PTKS) 2011, Medan.
- Karimi, S., & Ehterami-Fini, F. (2021). Comparing different pretreatments at transplanting stage for acclimation of walnut trees to hot and dry conditions. *Plant Stress*, 2, 100036. doi: 10.1016/j.stress.2021.100036
- Khan, M. A., Gemenet, D. C., & Villordon, A. (2016). Root System Architecture and Abiotic Stress Tolerance: Current Knowledge in Root and Tuber Crops. *Frontiers in Plant Science*, 7. doi: 10.3389/fpls.2016.01584
- Kushairi, A., Tarmizi, A. H., Zamzuri, I., Ong-Abdullah, M., Samsul Kamal, R., Ooi, S. E., & Rajanaidu, N. (2010). Production, performance and advances in oil palm tissue culture. *International Seminar On Advances In Oil Palm Tissue Culture*. Yogyakarta.
- Minitab, LLC. (2021). *Minitab*. Retrieved from <https://www.minitab.com>
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. (2021). *Data Penyaluran Kecambah Kelapa Sawit 2020 - 2021*. Divisi Pemasaran dan Logistik. Tidak dipublikasikan.
- Sloan, J. L., & Jacobs, D. F. (2016). Ontogeny influences developmental physiology of post-transplant *Quercus rubra* seedlings more than genotype. *Annals of Forest Science*, 73(4), 987–993. doi: 10.1007/s13595-016-0584-z
- Yahya, Z., Hashim, Z., & Harun, M. (2015). Oil palm roots adaptation under soil compacted by mechanization. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*, Vol. 5, 331–342.