

PENGARUH INTENSITAS DAN FILTER CAHAYA TERHADAP PERKEMBANGAN KULTUR KELAPA SAWIT

Arfan Nazhri Simamora, Erwin Nazri dan Rokhana Faizah

Abstrak - Salah satu metode perbanyakkan bahan tanaman elit kelapa sawit yang dikenal sebagai tanaman bernilai ekonomis tinggi adalah melalui teknik kultur jaringan (klon). Kendala dalam perbanyakkan klonal bahan tanaman kelapa sawit adalah rentang waktu proses kultur yang cukup lama. Berbagai faktor yang mempengaruhi kecepatan perkembangan kultur kelapa sawit di antaranya adalah respon genotipe, jenis dan konsentrasi hormon yang digunakan, tipe dan umur eksplan dan lain sebagainya. Faktor penting lainnya adalah intensitas cahaya dan penggunaan filter cahaya yang dipaparkan ke kultur yang dipelihara di ruang kultur. Hasil pengamatan pada nilai pertambahan tinggi, jumlah akar primer dan sekunder kultur menunjukkan bahwa perlakuan intensitas dan filter cahaya tidak berpengaruh pada pertumbuhan kultur yang ditanam di media dengan penambahan NAA. Jumlah daun dipengaruhi oleh kedua perlakuan, meskipun hasilnya tidak nyata. NAA memiliki pengaruh yang lebih kuat dalam meregulasi pertumbuhan kultur. Sedangkan pada kultur yang ditanam di media tanpa NAA, intensitas dan filter cahaya berpengaruh terhadap jumlah daun, jumlah akar primer dan sekunder, terutama perlakuan 2 lampu tanpa filter. Intensitas cahaya sebesar 2.800 lux (≈ 27 photosynthetic photon flux density (PPFD)) optimum terhadap pertumbuhan kultur kelapa sawit.

Kata kunci: filter cahaya, intensitas cahaya, kelapa sawit, kultur *in vitro*, NAA

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dengan nilai ekspor CPO dan PKO mencapai 16,5 milyar USD dan 1,8 milyar USD pada tahun 2018 (Ditjenbun, 2019). Usaha pengembangan dan peningkatan produksi kelapa sawit salah satunya ditopang dari ketersediaan bahan tanaman kelapa sawit unggul. Perbanyakkan bahan tanaman elit kelapa sawit umumnya melalui teknik kultur jaringan yang menghasilkan bibit klon kelapa sawit (Setiawan, 2017).

Salah satu kendala pada perbanyakkan klonal kelapa sawit adalah rentang waktu proses yang bisa memakan waktu dua hingga lima tahun (Kushairi et al., 2010). Perkembangan kultur yang lambat dipengaruhi banyak hal. Perbedaan respon genotipe sumber eksplan terhadap media kultur yang

digunakan (Correa et al., 2016; Nugroho et al., 2014; Sanputawong & Te-chato, 2012), jenis zat pengatur tumbuh yang dipakai (Jayanthi et al., 2015), tipe eksplan, umur eksplan, nutrisi media serta kondisi ruang *in vitro* (temperatur, cahaya, periode gelap-terang dan sebagainya) (Ghiorghita, 2019).

Salah satu faktor yang sering luput menjadi perhatian dalam proses kultur jaringan adalah efek dari pencahayaan di ruang kultur. Absorpsi cahaya oleh media kultur *Murashige & Skoog* (MS) tanpa auksin berkisar di panjang gelombang 220 – 450 nm dan absorpsi terbesar ada pada Fe-EDTA dan garam nitrat (Stasinopoulos & Hangarter, 1990). Cahaya dari lampu *fluorescence* putih yang umumnya digunakan dapat menginduksi pembentukan formaldehid dan defisiensi besi (Fe) dari komponen media kultur melalui reaksi fotokimia. Reaksi fotokimia ini dapat menghambat pembentukan akar pada kultur *Arabidopsis thaliana* (Hangarter & Stasinopoulos, 1991b). Pemberian filter akrilik kuning (Yellow-2208, tebal 3,18 mm) yang memotong panjang gelombang cahaya penginduksi pembentukan formaldehid dan defisiensi Fe memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan kultur (Hangarter & Stasinopoulos, 1991a). Di sisi lain,

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

Arfan Nazhri Simamora(✉)
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan, Indonesia

Email: arfan.nazhri@gmail.com

cahaya merupakan instrumen yang secara langsung turut mengarahkan morfogenetik kultur (Batista et al., 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas pencahayaan (jumlah lampu *white fluorescent*) dan penggunaan filter cahaya substitusi (plastik transparansi kuning) terhadap perkembangan kultur.

Bahan dan Metode

Kultur

Kultur yang digunakan adalah kultur kelapa sawit MK 741 asal Laboratorium Kultur Jaringan PPKS berupa kultur fase pupus yang akan diinduksi akarnya maupun yang akan diperbanyak akarnya (jika ada pada awal perlakuan).

Media tanam

Media dibuat sesuai dengan protokol Laboratorium Kultur Jaringan PPKS terdiri atas media dengan penambahan *1-Naphthaleneacetic acid* (NAA) 1.4 mg/L (set 1) dan tanpa penambahan NAA (set 2). Penyimpanan media selama masa inkubasi sebelum dipakai, dilakukan di dalam ruang gelap dan ditutup kain untuk mencegah paparan cahaya. Ruang penyimpanan media diatur suhunya sebesar $(25\pm 2)^\circ\text{C}$.

Penanaman kultur

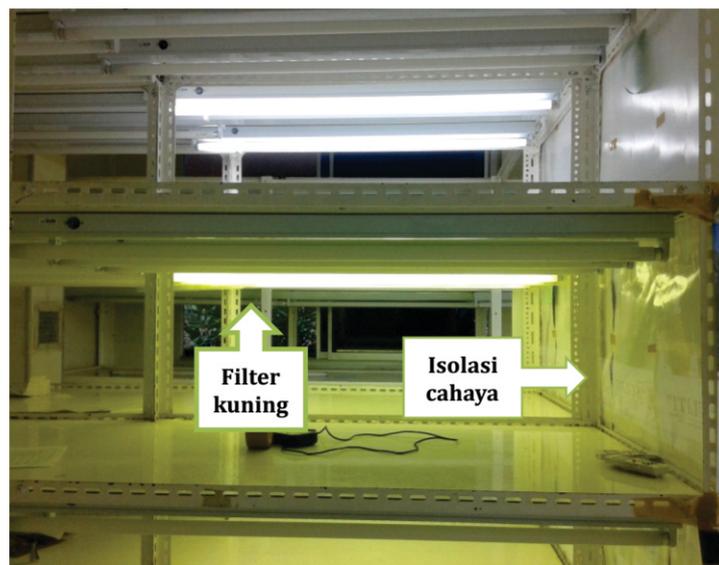
Kegiatan penanaman kultur dilakukan sebisa mungkin dalam kondisi yang terkontrol. Adapun media yang disiapkan sebagai media penanaman dijaga agar tidak terpapar cahaya lampu *fluorescent* sebelum digunakan. Apabila kultur telah ditanam, kultur segera dilabeli dan diletakkan di plot percobaan.

Kondisi pencahayaan

Cahaya disuplai oleh lampu *white fluorescent* yang digunakan untuk kultur berjumlah 2 (dua) dan 3 (tiga) lampu pada setiap rak kultur. Intensitas cahaya dihitung dengan luxmeter pada setiap perlakuan jumlah lampu dan penggunaan filter. Filter yang digunakan adalah jenis plastik transparan berwarna kuning.

Rancangan penelitian

Penelitian set ke-1 menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan filter (digunakan dan tidak digunakan) dan jumlah lampu *white fluorescent* (2 dan 3) dan ditanam di media yang ditambahkan NAA. Penelitian terpisah pada set ke-2 juga menggunakan RAL dengan perlakuan yang sama namun ditanam di media yang tidak ditambahkan NAA. Perlakuan diulang sebanyak 3 kali dengan masing-masing ulangan terdapat 37 *tube* kultur. Pengamatan meliputi tinggi kultur, jumlah daun, jumlah akar primer dan



Gambar 1. Modifikasi rak kultur (filter dan isolasi)

jumlah akar sekunder. Pengamatan dilakukan setiap bulan selama jangka waktu tiga bulan.

Rak kultur yang digunakan didesain dengan spesifikasi sebagai berikut; rak dengan pencahayaan menggunakan dua lampu *white fluorescent* yang memiliki intensitas cahaya 2.000 dan 2.800 lux (dengan dan tanpa filter) dan rak yang menggunakan tiga lampu dengan intensitas cahaya sebesar 3.700 dan 4.200 lux (dengan dan tanpa filter). Rak kultur disiapkan untuk 2 set percobaan terpisah. Rak sebelumnya disterilisasi dengan alkohol 70% dan diisolasi dari cahaya yang berasal dari rak kultur yang ada di sampingnya (Gambar 1.).

Analisis data

Seluruh data pengamatan dianalisis sidik ragamnya. Apabila beda nyata dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT pada taraf 5% ($\alpha = 0.05$) dengan bantuan STAR 2.0.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan kultur di media dengan penambahan auksin NAA

Pertambahan tinggi kultur, jumlah akar primer dan jumlah akar sekunder tidak dipengaruhi oleh intensitas pencahayaan dan penggunaan filter kuning pada kultur yang ditanam di media yang

menggunakan NAA. Hanya pertambahan jumlah daun yang dipengaruhi interaksi antar faktor intensitas cahaya dan penggunaan filter cahaya. Penggunaan 3 lampu yang diberi filter paling tinggi pertambahan jumlah daunnya dan berbeda nyata dibandingkan penggunaan 3 lampu tanpa filter dan 2 lampu dengan dan tanpa filter (Tabel 1).

Rerata pertambahan parameter pertumbuhan kultur cenderung lebih tinggi pada penggunaan filter dibandingkan dengan pertumbuhan kultur di bawah lampu tanpa filter, terutama tinggi kultur dan jumlah akar sekunder, meskipun tidak beda nyata. Hanya jumlah daun yang memiliki pertambahan lebih tinggi pada kultur yang diletakkan di bawah 2 lampu tanpa filter, namun tidak berbeda nyata terhadap kultur di bawah 2 lampu dengan filter cahaya.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pertambahan tinggi tunas *Hyptis marruboides in vitro* hampir 2 kali lipat dari tinggi awal saat dipaparkan cahaya kuning (Pedroso et al., 2017). Penggunaan cahaya kuning juga ditemukan mampu meningkatkan proliferasi kalus *Panax vietnamensis* hingga 17 kali dalam kurun waktu 3 bulan (Nhut et al., 2015). Di sisi lain, penggunaan NAA tunggal pada media induksi akar tunas *in vitro sawit* menghasilkan akar hingga 2 akar/tunas (Yunita et al., 2016).

Tabel 1. Pertambahan parameter pertumbuhan kultur yang ditanam di media dengan penambahan NAA pada perlakuan intensitas dan penggunaan filter cahaya

Filter	Pertambahan parameter pengamatan (mean \pm standar deviasi)							
	Tinggi kultur		Jumlah daun		Jumlah akar primer		Jumlah akar sekunder	
	Jumlah lampu							
	2 Lampu	3 Lampu	2 Lampu	3 Lampu	2 Lampu	3 Lampu	2 Lampu	2 Lampu
Tanpa Filter	0.3 \pm 0.7	0.6 \pm 0.8	0.3 \pm 0.4 aA	0.2 \pm 0.4 bA	0.1 \pm 0.3	0.1 \pm 0.3	1.6 \pm 7.3	1.7 \pm 6.5
Dengan filter	0.4 \pm 0.7	0.6 \pm 1.0	0.2 \pm 0.4 aB	0.5 \pm 0.7 aA	0.1 \pm 0.3	0.1 \pm 0.4	2.6 \pm 7.9	2.2 \pm 7.9

Keterangan : Notasi huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama pada baris yang sama pada masing-masing parameter pengamatan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT $\alpha = 0.05$

Fungsi NAA dalam mendorong pertumbuhan kultur dan menginduksi akar, terutama akar sekunder tampaknya menjadi optimal dengan adanya filter kuning yang mampu mencegah degradasi nutrisi dan pembentukan formaldehid di media (Hangarter & Stasinopoulos, 1991a, 1991b). Pada penelitian ini, peran NAA ditengarai lebih kuat dalam mempengaruhi pertumbuhan parameter pertumbuhan kultur yang ditunjukkan dengan tidak adanya pengaruh yang signifikan dari intensitas cahaya maupun penggunaan filter kuning kecuali pada pertumbuhan jumlah daun. Terdapat kemungkinan bahwa cahaya meregulasi NAA dan auksin endogen (yang tidak terdegradasi akibat kehadiran filter cahaya (Stasinopoulos & Hangarter, 1990) untuk meningkatkan/mengontrol respon pada level jaringan di lokasi tertentu pada kultur (Halliday et

al., 2009) seperti lokasi jaringan meristem yang berperan dalam induksi daun baru.

Pertumbuhan kultur di media tanpa auksin NAA

Intensitas cahaya dan penggunaan filter kuning berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah daun, jumlah akar primer dan jumlah akar sekunder pada kultur yang ditanam di media bebas auksin. Tinggi kultur hanya dipengaruhi oleh faktor penggunaan filter cahaya, meskipun tidak berbeda nyata. Pertambahan jumlah daun, jumlah akar primer dan jumlah akar sekunder tertinggi berasal dari perlakuan penggunaan 2 lampu tanpa filter dan berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya (Tabel 2). Penggunaan 2 lampu tanpa filter juga menghasilkan penambahan tinggi kultur tertinggi, meskipun tidak berbeda nyata dari perlakuan lainnya.

Tabel 2. Pertambahan parameter pertumbuhan kultur yang ditanam di media tanpa penambahan NAA pada perlakuan intensitas dan penggunaan filter cahaya

Filter	Pertambahan parameter pengamatan (mean ± standar deviasi)							
	Tinggi kultur		Jumlah daun		Jumlah akar primer		Jumlah akar sekunder	
	Jumlah lampu							
	2 Lampu	3 Lampu	2 Lampu	3 Lampu	2 Lampu	3 Lampu	2 Lampu	3 Lampu
Tanpa filter	1.0 ± 1.0 a	0.4 ± 0.7 a	0.5 ± 0.7 aA	0.1 ± 0.3 aB	0.2 ± 0.4 aA	0.1 ± 0.2 aB	5.4 ± 11.2 aA	1.1 ± 5.7 bB
Dengan filter	0.4 ± 0.9 a	0.3 ± 0.8 a	0.3 ± 0.5 bA	0.3 ± 0.5 aA	0.05 ± 0.2 bA	0.1 ± 0.3 aA	0.8 ± 3.9 bB	5.1 ± 9.8 aA

Keterangan : Notasi huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama pada baris yang sama pada masing-masing parameter pengamatan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT $\alpha = 0.05$

Fenomena menarik yang tergambar dari hasil pada Tabel 2 adalah intensitas cahaya yang rendah dari 2 lampu tanpa penambahan filter mampu menghasilkan nilai pertumbuhan kultur tertinggi pada media bebas auksin. Intensitas cahaya sekitar 2.800 lux dari *white fluorescence* (≈ 27 photosynthetic photon flux density (PPFD)) optimal untuk pertumbuhan kultur kelapa sawit. Pada kultur tomat ditemukan bahwa nilai PPFD > 50 menyebabkan penurunan luas dan ketebalan daun (Fan et al., 2013). Level intensitas cahaya yang

rendah cenderung meningkatkan tinggi tanaman dan indeks luas daun sebagai upaya tanaman untuk memaksimalkan penggunaan cahaya untuk fotosintesis (Fan et al., 2013).

Penggunaan lampu dengan intensitas 2.500 lux dan cahaya merah ($\lambda = 622 - 780$ nm) menghasilkan pertumbuhan tunas terbaik dari kultur anggur (Fallah & Kahrizi, 2016). Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan terhentinya aktivitas komponen-komponen penggerak proses fotosintesis (Cheng et

al., 2016; Pallardy, 2010). Apabila kultur diekspos dengan cahaya berintensitas tinggi (≥ 5.000 lux) maka kultur akan mengalami *photoinhibition* sehingga kapasitas fotosintesisnya menurun akibat kerusakan mekanisme fotosistem II yang sensitif terhadap cahaya berlebih (Takahashi & Badger, 2011). Penurunan kapasitas fotosintesis akan menyebabkan kultur kehilangan kapasitas pertumbuhannya.

KESIMPULAN

Pertambahan tinggi kultur, jumlah akar primer dan sekundernya tidak dipengaruhi oleh intensitas dan penggunaan filter cahaya pada kultur yang ditanam di media dengan penambahan NAA. Hanya jumlah daun yang dipengaruhi oleh kedua faktor di atas, meski tidak berbeda nyata. Peran NAA ditengarai lebih kuat dalam mempengaruhi parameter pertumbuhan kultur dan menjadi lebih optimum saat cahaya diberi filter. Sedangkan pada kultur yang ditanam di media tanpa NAA, intensitas dan filter cahaya berpengaruh terhadap jumlah daun, jumlah akar primer dan sekundernya, terutama perlakuan 2 lampu tanpa filter. Intensitas cahaya sebesar $2.800 \text{ lux} \approx 27 \text{ photosynthetic photon flux density}$ optimum terhadap pertumbuhan kultur kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Batista, D. S., Felipe, S. H. S., Silva, T. D., de Castro, K. M., Mamedes-Rodrigues, T. C., Miranda, N. A., Ríos-Ríos, A. M., Faria, D. V., Fortini, E. A., Chagas, K., Torres-Silva, G., Xavier, A., Arencibia, A. D., & Otoni, W. C. (2018). Light quality in plant tissue culture: Does it matter? *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 54(3), 195–215. <https://doi.org/10.1007/s11627-018-9902-5>
- Cheng, D.-D., Zhang, Z.-S., Sun, X.-B., Zhao, M., Sun, G.-Y., & Chow, W. S. (2016). Photoinhibition and photoinhibition-like damage to the photosynthetic apparatus in tobacco leaves induced by *Pseudomonas syringae* pv. *Tabaci* under light and dark conditions. *BMC Plant Biology*, 16(1), 29. <https://doi.org/10.1186/s12870-016-0723-6>
- Correa, T. R., Sérgio, Y. M., Ana, P. de S. A., Sara, M. C., Vanessa, Q., Manuela, M. C. G., Débora, D. N. C., Cristian, N. M. P., & Edgard, A. de T. P. (2016). Accelerated in vitro propagation of elite oil palm genotypes (*Elaeis guineensis* Jacq.) by substituting cytokinin with putrescine. *African Journal of Biotechnology*, 15(50), 2767–2775. <https://doi.org/10.5897/AJB2016.15670>
- Ditjenbun. (2019). *Statistik Perkebunan Indonesia : Kelapa Sawit*. Jakarta, ID : Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Fallah, F., & Kahrizi, D. (2016). Effect of light spectrum and intensity on growth of grape (*Vitis vinifera*) under in vitro conditions. *Journal of Applied Biotechnology Report*, 3, 495–499.
- Fan, X.-X., Xu, Z.-G., Liu, X.-Y., Tang, C.-M., Wang, L.-W., & Han, X. (2013). Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Scientia Horticulturae*, 153, 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.01.017>
- Ghiorghita, G. (2019). A Journey into of the Universe of in vitro Cultures of Plants. *Callogenesis. Environment and Natural Resources Research*, 9(4), 45. <https://doi.org/10.5539/enr.v9n4p45>
- Halliday, K. J., Martinez-Garcia, J. F., & Josse, E.-M. (2009). Integration of Light and Auxin Signaling. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 1(6), a001586 – a001586. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a001586>
- Hangarter, R. P., & Stasinopoulos, T. C. (1991a). Repression of plant tissue culture growth by light is caused by photochemical change in the culture medium. *Plant Science*, 79(2), 253–257. [https://doi.org/10.1016/0168-9452\(91\)90114-N](https://doi.org/10.1016/0168-9452(91)90114-N)
- Hangarter, R. P., & Stasinopoulos, T. C. (1991b). Effect of Fe-Catalyzed Photooxidation of EDTA on Root Growth in Plant Culture Media. *Plant Physiology*, 96(3), 843–847. <https://doi.org/10.1104/pp.96.3.843>
- Jayanthi, M., Susanthi, B., Murali Mohan, N., & Mandal, P. K. (2015). In vitro somatic embryogenesis and plantlet regeneration from immature male inflorescence of adult dura and tenera palms of *Elaeis guineensis* (Jacq.). *SpringerPlus*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1025-4>
- 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.

- Nhut, D. T., Huy, N. P., Tai, N. T., Nam, N. B., Luan, V. Q., Hien, V. T., Tung, H. T., Vinh, B. T., & Luan, T. C. (2015). Light-emitting diodes and their potential in callus growth, plantlet development and saponin accumulation during somatic embryogenesis of *Panax vietnamensis* Ha et Grushv. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 29(2), 299–308. <https://doi.org/10.1080/13102818.2014.1000210>
- Nugroho, Y. A., Sumertajaya, I. M., Wiendi, N. M. A., & Toruan-Mathius, N. (2014). Estimation of Genetic Parameters for in vitro Culture Traits and Selection Best Progenies for Tenera Oil Palm Tissue Culture. *Energy Procedia*, 47, 316–322. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.231>
- Pallardy, S. G. (2010). *Physiology of Woody Plants* (3rd ed.). San Diego, CA : Academic Press.
- Pedroso, R. C. N., Branquinho, N. A. A., Hara, A. C. B. A. M., Costa, A. C., Silva, F. G., Pimenta, L. P., Silva, M. L. A., Cunha, W. R., Pauletti, P. M., & Janeiro, A. H. (2017). Impact of light quality on flavonoid production and growth of *Hyptis marrubioides* seedlings cultivated in vitro. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 27(4), 466–470. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.12.004>
- Sanputawong, S., & Te-chato, S. (2012). Effect of genotype of oil palm on callus, embryogenic callus and somatic embryo formation. 1st Mae Fah Luang University International Conference 2012.
- Setiawan, K. (2017). *Pemuliaan Kelapa Sawit*. Yogyakarta, ID : Plantaxia.
- Stasinopoulos, T. C., & Hangarter, R. P. (1990). Preventing Photochemistry in Culture Media by Long-Pass Light Filters Alters Growth of Cultured Tissues. *Plant Physiology*, 93(4), 1365–1369. <https://doi.org/10.1104/pp.93.4.1365>
- Takahashi, S., & Badger, M. R. (2011). Photoprotection in plants: A new light on photosystem II damage. *Trends in Plant Science*, 16(1), 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.10.001>
- Yunita, R., Mariska, I., Purnamaningsih, R., Lestari, E.G., & Utami, S. (2016). Induksi akar tunas kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) secara *in vitro* dan *ex vitro*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 22(1), 37–42.