

# PENGARUH PERUBAHAN IKLIM TERHADAP EKOFISIOLOGI TANAMAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)

**Ebsan Marihot Sianipar**

Fakultas Pertanian, Universitas Methodist Indonesia

Email: [sianiparebsan@gmail.com](mailto:sianiparebsan@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.46880/methoda.Vol11No1.pp75-80>

## **ABSTRACT**

*Distinction in oil palm growth and productivity are caused by the interaction of genotypes and the environment. Therefore, environmental changes, especially climate change, have a negative impact on oil palm growth and production. Climate change that affects oil palm yields in the tropics and sub-tropics consists of two important factors, namely water availability and temperature. The first impact of a period of water deficit is a decrease in gas exchange, during the dry season photosynthesis can be inhibited due to an increase in water pressure deficit which causes stomata to close. The dry season is associated with high temperatures, which causes a decrease in photochemical efficiency temperature, decreased photosynthesis and decreased transpiration. Water deficit affects oil palm male flower production. High temperatures increase photorespiration and dark respiration so that the total biomass production decreases. Oil palm breeding program must be a multidisciplinary effort that involves molecular tools, understanding the response of oil palm cultivation to limiting conditions caused by abiotic.*

**Keyword:** *Climate Change, Oil Palm, Photosynthesis.*

## **ABSTRAK**

Perbedaan pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit disebabkan oleh interaksi genotipe dan lingkungan. Oleh karena itu perubahan lingkungan terutama perubahan iklim berdampak buruk terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit. Perubahan iklim yang mempengaruhi hasil kelapa sawit di daerah tropis dan sub tropis terdiri dari dua faktor yang penting yakni ketersediaan air dan suhu. Dampak pertama dari periode defisit air adalah penurunan pertukaran gas, selama musim kemarau fotosintesis dapat terhambat karena peningkatan defisit tekanan air yang menyebabkan stomata menutup. Musim kemarau dikaitkan dengan suhu tinggi, yang menyebabkan penurunan suhu efisiensi fotokimia, fotosintesis turun dan transpirasi menurun. Defisit air mempengaruhi produksi bunga jantan kelapa sawit. Suhu tinggi meningkatkan fotorespirasi dan respirasi gelap sehingga total produksi biomassa turun. Program pemuliaan kelapa sawit harus menjadi upaya multidisiplin yang melibatkan alat molekuler, memahami respon budidaya kelapa sawit terhadap kondisi pembatas akibat abiotik.

**Kata Kunci:** *Perubahan Iklim, Kelapa Sawit, Fotosintesis.*

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah tanaman biji minyak paling produktif dan efisien di dunia. Luas areal kelapa sawit sekitar 17 juta hektar di seluruh dunia, menghasilkan lebih dari 33% pasokan minyak dan lemak dunia (Fedepalma, 2016). Kelapa sawit ditanam di berbagai wilayah geografis dimana frekuensi kejadian cuaca ekstrim diperkirakan akan meningkat karena perubahan iklim. Karakterisasi respons tanaman kelapa sawit terhadap kondisi iklim akan memungkinkan identifikasi sumber toleransi terhadap berbagai jenis stres yang disebabkan oleh perubahan iklim. Perbedaan pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit disebabkan oleh interaksi genotipe dan lingkungan (Rafii et al., 2012). Emisi gas rumah kaca telah mengubah iklim global secara signifikan, dan akan terus berlanjut di masa depan. Oleh karena itu perubahan lingkungan terutama perubahan iklim berdampak buruk terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit yang mempengaruhi pasokan minyak kelapa sawit ke pasar dunia (Pirker, Mosnier, Kraxner, Havlík, & Obersteiner, 2016; Rival, 2017).

Perubahan iklim yang mempengaruhi hasil kelapa sawit di daerah tropis dan sub tropis terdiri dari dua faktor yang penting yakni ketersediaan air dan suhu (R. Hereward V. Corley & Tinker, 2008; Romero, Ayala D., & Ruíz R., 2007). Air merupakan faktor utama dalam proses biokimia fotosintetik, selain itu air merupakan sarana terpenting dalam penyerapan dan pengangkutan unsur hara tanah (Hong Xing, Cheng Xu, Hong Bo, & Xin Tao, 2011). Hubungan antara intensitas dan lamanya musim kemarau dan musim hujan sepanjang tahun tercermin dari bagaimana sebagian besar panen terkonsentrasi dalam waktu yang singkat (Henson & Chai, 1998). Meningkatnya

insiden defisit air dan tekanan termal di banyak wilayah perkebunan kelapa sawit sebagai akibat dari perubahan iklim meningkatkan urgensi untuk memahami bagaimana tanaman merespons dan beradaptasi dengan tekanan ini (Berger, Palta, & Vadez, 2016). Kemudian emisi antropogenik gas rumah kaca (GRK) sedang meningkat dari waktu ke waktu, menyebabkan kenaikan suhu (IPCC, 2007, 2014). Suhu rata-rata global meningkat oleh 0.85 ° C dari 1880 hingga 2012 (IPCC, 2014). Oleh karena itu, perlu untuk mempelajari pengaruh lingkungan untuk mencapai performa terbaik, sesuai dengan kondisi iklim dan respons ekofisiologisnya (Romero et al., 2007), guna mengetahui karakteristik fisiologis kelapa sawit terhadap perubahan lingkungan terutama akibat perubahan iklim dalam hal ketersediaan air dan suhu (Kallarackal, Jeyakumar, & George, 2004).

## PENGARUH KETERSEDIAAN AIR

Pasokan air adalah faktor pembatas hasil utama minyak sawit (Kallarackal et al., 2004). Ada daerah yang luas di seluruh dunia dimana kelapa sawit dibudidayakan yang tidak memiliki kondisi optimal dalam hal ketersediaan air, dan akibat langsungnya adalah penurunan hasil produksi tandan buah segar dan minyak. Dampak pertama dari periode defisit air adalah penurunan pertukaran gas (Bayona-Rodriguez & Romero, 2019). Selama musim kemarau, fotosintesis dapat terhambat karena peningkatan defisit tekanan air yang menyebabkan stomata menutup (Dufrene & Saugier, 1993; Smith, 1989). Musim kemarau dikaitkan dengan suhu tinggi, yang menyebabkan penurunan suhu efisiensi fotokimia (R. H. V. Corley, Hardon, & Ooi, 1973), fotosintesis turun antara 25% sampai 40% dan transpirasi menurun antara 10%

dan 50% (Bayona-Rodriguez & Romero, 2019). Potensi air tanah berpengaruh signifikan terhadap respon ekofisiologis tanaman kelapa sawit hibrida Hibrida interspesifik OxG (*E. guineensis* x *E. Oleifera*). Pada -2 MPa, praktis tidak ada asimilasi karbon dioksida. Di bawah kondisi kelembapan yang optimal, terjadi laju fotosintesis tertinggi dan laju pernapasan terendah, sementara di bawah defisit air sedang dan parah, menggerakkan asimilasi terutama ke arah akar, dan merupakan satu-satunya yang menyesuaikan potensinya (akumulasi gula aktif) (Méndez, Chacón, Bayona, & Romero, 2012).

Perubahan iklim tidak hanya berdampak pada tanaman kelapa sawit bahkan tanaman hutan yang lebih bervariasi dapat mengalami kematian tanaman. Peningkatan frekuensi, durasi, dan / atau parahnya kekeringan dan tekanan panas yang terkait dengan perubahan iklim dapat secara fundamental mengubah komposisi, struktur, dan biogeografi hutan di banyak wilayah. Perhatian khususnya terhadap potensi peningkatan kematian pohon yang terkait dengan stres fisiologis yang disebabkan oleh pembatasan dan interaksi dengan proses yang dimediasi iklim lainnya seperti wabah serangga dan kebakaran hutan. Terlepas dari risiko ini, proyeksi kematian pohon yang ada didasarkan pada model yang tidak memiliki mekanisme kematian yang realistis secara fungsional, dan belum ada upaya untuk melacak pengamatan kematian pohon akibat iklim secara global. Penelitian Allen menunjukkan bahwa setidaknya beberapa ekosistem hutan dunia mungkin telah merespons perubahan iklim dan meningkatkan kekhawatiran bahwa hutan mungkin menjadi semakin rentan terhadap tingkat kematian dan kematian pohon latar belakang yang lebih tinggi. dalam menanggapi pemanasan dan kekeringan di

masa depan, bahkan di lingkungan yang biasanya tidak dianggap terbatas air. Hal ini selanjutnya menunjukkan risiko terhadap jasa ekosistem, termasuk hilangnya karbon hutan yang terserap dan umpan balik atmosfer terkait. Kesenjangan informasi utama dan ketidakpastian ilmiah yang saat ini menghalangi kemampuan untuk memprediksi kematian pohon dalam menanggapi perubahan iklim dan menekankan perlunya sistem observasi terkoordinasi secara global. Hal ini untuk mengungkapkan potensi peningkatan kematian pohon akibat kekeringan dan panas di hutan di seluruh dunia (Allen et al., 2010).

## **PENGARUH PERUBAHAN SUHU**

Suhu mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan semua tanaman, membentuk hasil potensial sepanjang musim tanam. Suhu tahunan rata-rata ideal untuk penanaman kelapa sawit biasanya 29 °C (27-32 °C), dengan sinar matahari yang melimpah dan curah hujan tahunan yang terdistribusi dengan baik. Peristiwa suhu yang lebih tinggi dari biasanya diperkirakan akan menurunkan hasil kelapa (Rajagopal, Kasturibai, & Voleti, 1990). Temperatur dapat mempengaruhi fotosintesis melalui modulasi laju aktivitas enzim fotosintetik dan rantai transpor elektron (Sage & Kubien, 2007) dan, secara tidak langsung, melalui temperatur daun yang menentukan besarnya perbedaan tekanan uap daun-ke-udara, faktor kunci yang mempengaruhi konduktansi stomata.

Tanaman sensitif terhadap temperatur tinggi, terutama selama waktu berbunga. Temperatur tinggi dapat berdampak negatif dan positif terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit. Suhu tinggi meningkatkan fotorespirasi dan respirasi gelap sehingga total produksi biomassa turun. Analisis regresi menunjukkan

peningkatan temperatur terendah ( $T_{min}$ ) meningkatkan tingkat kemunculan daun: peningkatan temperatur tertinggi ( $T_{maks}$ ) meningkatkan tingkat kemunculan perbungaan. Analisis kinetika produksi kelapa sawit 2001–08 di Indonesia pada dua lokasi menunjukkan bahwa suhu dan fotoperiode dapat terlibat dalam pengendalian ritme musim berbunga dan produksi.

## UPAYA PEMULIAAN KELAPA SAWIT TOLERAN

Deteksi terhadap perbedaan perilaku kelapa sawit dalam kondisi kekeringan, menurut asal genetiknya dan jenis persilangan, sebagian tidak bergantung pada potensi produksinya, berarti genetika adalah alternatif terbaik mengidentifikasi persilangan dan induk berkinerja tinggi (Cornaire, Daniel, Zuily-Fodil, & Lamade, 1994). Toleransi kekeringan tidak hanya bergantung pada satu sifat fisiologis, tetapi pada kontribusi relatif beberapa mekanisme toleransi yang dapat beroperasi pada berbagai tahap pengembangan tanaman (Jaleel et al., 2009), seperti konduktansi stomata selama musim kemarau, potensi fotosintesis, sistem akar, penyesuaian osmotik, dan cadangan asimilasi (Nieto-Garibay et al., 2009). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kultivar modern tidak beradaptasi dengan baik terhadap perubahan iklim terkini (Martre, Yin, & Ewert, 2017). Temuan tersebut menjadi alasan mengapa program pemuliaan kelapa sawit harus menjadi upaya multidisiplin yang melibatkan alat molekuler (Rival, 2017), memahami respon budidaya kelapa sawit terhadap kondisi pembatas akibat abiotik (Méndez et al., 2012). Rey (Rey, Gómez, Ayala, Delgado, & Rocha, 2004) melakukan penelitian untuk memulai pencarian sumber tanaman kelapa sawit toleransi terhadap

berbagai tekanan di Kolombia. Misalnya, kultivar *E. guineensis* ditanam dari program pemuliaan di Malaysia, Zaire, Nigeria, Pantai Gading, Indonesia dan Papua Nugini dan telah dikembangkan untuk kondisi lingkungan di wilayah tersebut. Hibrida interspesifik OxG (*E. guineensis* x *E. oleifera*) memiliki beberapa keunggulan dalam hal pertumbuhan yang lambat, produksi tandan buah segar yang tinggi dan kualitas minyak, yang menjadikannya bahan yang sangat menjanjikan untuk budidaya komersial di seluruh dunia. Bayona-Rodriguez and Romero (Bayona-Rodriguez & Romero, 2019) mengamati perubahan fisiologi kelapa sawit sebagai respons terhadap defisit air berkaitan dengan kemampuan kelapa sawit untuk beradaptasi dan bertahan dalam periode cekaman kekeringan. Kultivar yang dievaluasi menunjukkan respons yang baik terhadap musim kemarau yakni IRHO menjadi yang paling menonjol di setiap musim yang dievaluasi.

## KESIMPULAN

Perubahan iklim yang mempengaruhi hasil kelapa sawit di daerah tropis dan sub tropis terdiri dari dua faktor yang penting yakni ketersediaan air dan suhu. Hal ini karena dampaknya terhadap pembentukan buah, aborsi bunga dan menentukan diferensiasi seksual. Musim kemarau dikaitkan dengan suhu tinggi, yang menyebabkan penurunan suhu efisiensi fotokimia, fotosintesis turun dan transpirasi menurun. Potensi air tanah berpengaruh signifikan terhadap respon ekofisiologis tanaman kelapa sawit OxG (*E. guineensis* x *E. Oleifera*). Pada -2 MPa, praktis tidak ada asimilasi karbon dioksida. Temperatur dapat mempengaruhi fotosintesis melalui modulasi laju aktivitas enzim fotosintetik dan rantai transpor elektron dan, secara tidak

langsung, melalui temperatur daun yang menentukan besarnya perbedaan tekanan uap daun ke udara, faktor kunci yang mempengaruhi konduktansi stomata. Program pemuliaan kelapa sawit harus menjadi upaya multidisiplin yang melibatkan alat molekuler, memahami respon budidaya kelapa sawit terhadap kondisi pembatas akibat abiotik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, C. D., Macalady, A. K., Chenchouni, H., Bachelet, D., McDowell, N., Vennetier, M., ... Cobb, N. (2010). A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 660–684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Bayona-Rodriguez, C. J., & Romero, H. M. (2019). Physiological and agronomic behavior of commercial cultivars of oil palm ('*Elaeis guineensis*') and OxG hybrids ('*Elaeis oleifera*' x "*Elaeis guineensis*") at rainy and dry seasons. *Australian Journal of Crop Science*, 13(3). <https://doi.org/10.3316/informit.438905342803487>
- Berger, J., Palta, J., & Vadez, V. (2016). Review: An integrated framework for crop adaptation to dry environments: Responses to transient and terminal drought. *Plant Science*, 253, 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.09.007>
- Corley, R. H. V., Hardon, J. J., & Ooi, S. C. (1973). Some evidence for genetically controlled variation in photosynthetic rate of oil palm seedlings. *Euphytica*, 22(1), 48–55. <https://doi.org/10.1007/BF00021555>
- Corley, R. Hereward V., & Tinker, P. B. H. (2008). *The oil palm*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Cornaire, B., Daniel, C., Zuily-Fodil, & Lamade, E. (1994). Comportamiento de la palma de aceite bajo estrés hídrico : antecedentes del problema, resultados iniciales y criterios de investigación. *Revista Palmas*, 15(3), 61–69.
- Dufrene, E., & Saugier, B. (1993). Gas Exchange of Oil Palm in Relation to Light, Vapour Pressure Deficit, Temperature and Leaf Age. *Functional Ecology*, 7(1), 97. <https://doi.org/10.2307/2389872>
- Fedepalma. (2016). *Statistical Yearbook 2016*. Bogota, Columbia.
- Henson, I. E., & Chai, S. H. (1998). Analysis of oil palm productivity. III. Seasonal variation in assimilate requirements, assimilation capacity, assimilate storage and apparent photosynthetic conversion efficiency. *Journal of Oil Palm Research*, 10(1), 35–51.
- Hong Xing, C., Cheng Xu, S., Hong Bo, S., & Xin Tao, L. (2011). Effects of low temperature and drought on the physiological and growth changes in oil palm seedlings. *African Journal of Biotechnology*, 10(14), 2630–2637. <https://doi.org/10.5897/AJB10.1272>
- IPCC. (2007). *Summary for policymakers. In: Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva.
- IPCC. (2014). *Climate change 2014: synthesis report - summary for the Policy Makers Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal Agriculture & Biology*, 11(1), 100–105.
- Kallarackal, J., Jeyakumar, P., & George, S.

- J. (2004). Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in Peninsular India. *Journal of Oil Palm Research*, 16(1), 69–74.
- Martre, P., Yin, X., & Ewert, F. (2017). Modeling crops from genotype to phenotype in a changing climate. *Field Crops Research*, 202, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.01.002>
- Méndez, Y. D. R., Chacón, L. M., Bayona, C. J., & Romero, H. M. (2012). Physiological response of oil palm interspecific hybrids (*Elaeis oleifera* HBK Cortes versus *Elaeis guineensis* Jacq.) to water deficit. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 24(4), 273–280.
- Nieto-Garibay, A., Troyo-Diéguez, E., García-Hernández, J. L., Murillo-Amador, B., Ruiz-Espinoza, F. H., & Pimienta-Barrsi., E. (2009). Efecto del estrés hídrico edáfico en emergencia y desarrollo de plántula en las especies de chile (*Capsicum frutescens* L. y *Capsicum annuum* L.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(3), 405–413.
- Pirker, J., Mosnier, A., Kraxner, F., Havlík, P., & Obersteiner, M. (2016). What are the limits to oil palm expansion? *Global Environmental Change*, 40, 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.06.007>
- Rafii, M. Y., Jalani, B. S., Rajanaidu, N., Kushairi, A., Puteh, A., & Latif, M. A. (2012). Stability analysis of oil yield in oil palm (*Elaeis guineensis*) progenies in different environments. *Genetics and Molecular Research*, 11(4), 3629–3641. <https://doi.org/10.4238/2012.October.4.10>
- Rajagopal, V., Kasturibai, K. V., & Voleti, S. R. (1990). Screening of coconut genotypes for drought tolerance. *Oleagineux*, 45(5), 215–223.
- Rey, L., Gómez, P. L., Ayala, I. M., Delgado, W., & Rocha, P. J. (2004). Colecciones genéticas de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. Y *elaeis oleifera* (HBK) de Cenipalma: características de importancia para el sector palmicultor. *Revista Palmas*, 25(especial), 39–48.
- Rival, A. (2017). Breeding the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) for climate change. *OCL*, 24(1), D107. <https://doi.org/10.1051/ocl/2017001>
- Romero, H. M., Ayala D., I. M., & Ruíz R., R. (2007). Ecofisiología de la palma de aceite. *Revista Palmas*, 28(especial), 176–184.
- Sage, R. F., & Kubien, D. S. (2007). The temperature response of C 3 and C 4 photosynthesis. *Plant, Cell & Environment*, 30(9), 1086–1106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2007.01682.x>
- Smith, B. G. (1989). The Effects of Soil Water and Atmospheric Vapour Pressure Deficit on Stomatal Behaviour and Photosynthesis in the Oil Palm. *Journal of Experimental Botany*, 40(6), 647–651. <https://doi.org/10.1093/jxb/40.6.647>