

Kajian Pengaruh Perbedaan Kerapatan Tanam dan Tahun Tanam terhadap Produktivitas Kelapa Sawit

(Study of the Effect of Differences in Planting Density and Planting Year on Oil Palm Productivity)

Ryan Prasetio¹, Herry Wirianata^{1*}, Samsuri Tarmadja¹

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Stiper, Jl. Nangka II, Krodan, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, 0274-885479
E-mail: her.wirianata@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history

Submitted: August 23, 2023

Accepted: October 22, 2023

Published: November 8, 2023

Keywords:

agronomic characters,
planting density,
planting year,
productivity

ABSTRACT

The oil palm yield depends on its genetic and the interaction with environmental factors is affected by spatial arrangement of palm trees. The research objectives are to determine the effect of population density and planting year on oil palm productivity and vegetative growth. This research uses a factorial design arranged with a randomized complete design. Secondary data are palm productivity, fresh bunch number and bunch weight that were collected for three years (2019–2022). Primary data are stem height, frond length, and stem gird which were measured on 90 trees for each treatment combination. There are nine combinations with 810 palm trees that were sampled from 27 estate blocks (30 hectares for one block). The results showed that productivity and amount of oil palm FFB at densities ≥ 142 , 136-141, and ≤ 135 SPH and planting years 2007, 2009 and 2011 (mature crop 12-15, 10-13, and 8-11 years) did not show significant differences. The heavier bunch weight was produced palm tree planted in 2007 with density ± 135 trees.ha⁻¹.



Copyright © 2023 Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas andalan Indonesia. Belanda mengintroduksi tanaman ini pada tahun 1848 dengan menanam empat bibit kelapa sawit di Kebun Raya Bogor (Corley & Thinker, 2016) Awalnya, tanaman kelapa sawit hanya dimanfaatkan sebagai tanaman hias, namun seiring majunya teknologi industri, tanaman ini dimanfaatkan untuk diambil minyak nabati. Sehingga, ekspansi dari tanaman kelapa sawit yang ditunjukkan dengan hadirnya perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan kelapa sawit dan turunannya dapat dikenal hingga saat ini.

Sekitar 54,69% atau 8,40 juta hektare luas perkebunan di Indonesia dimiliki oleh pihak swasta, selanjutnya diikuti oleh perkebunan rakyat yang memiliki luas 6,38 juta hektare atau 41,44%. Perkebunan besar negara menempati posisi ketiga dengan luas 0,60 juta hektare atau 3,87%. Total luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia yaitu 15,38 juta hektare (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2020). Produktivitas kelapa sawit dalam menghasilkan minyak nabati lebih efisien dalam penggunaan luas lahan dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya. Produktivitas per hektare untuk menghasilkan 1 ton minyak untuk kelapa sawit

hanya membutuhkan 0,3 ha, sedangkan rapeseed, bunga matahari, dan kedelai berturut-turut 1,3, 1,5, dan 2,2 ha (Kementrian Perindustrian RI, 2021). Upaya peningkatan produktivitas kelapa sawit membutuhkan analisis detail dengan melihat berbagai faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kelapa sawit (Risza, 2009). Hasil kelapa sawit tergantung pada faktor genetik dan interaksinya dengan faktor lingkungan, seperti kondisi radiasi sinar matahari, kelembaban udara, ketersediaan air, struktur tanah, dan pengelolaan kebun (Henson et al., 2003). Faktor fisiologis yang berhubungan erat dengan produksi tanaman adalah penggunaan sinar matahari (Cabrera-Bosuet et al., 2016). Salah satu faktor yang mempengaruhi fluktuasi produktivitas kelapa sawit yaitu pengaturan kerapatan tanam.

Penanaman kelapa sawit pada areal perkebunan memiliki pola kerapatan yang berbeda. Kerapatan (populasi) tanam adalah banyaknya total pokok kelapa sawit yang ditanam pada suatu luasan tertentu. Istilah lazim yang digunakan di perkebunan yaitu *stem per hectare* (SPH). Pola kerapatan tanam dapat mempengaruhi output produksi. Adapun permasalahan terkait kerapatan tanam yang ditemukan di perkebunan kelapa sawit sebagai berikut: a) intensitas cahaya matahari yang kurang, b) output yang menurun, c) overlay pelepah antar pokok, d) aktivitas *Elaeidobius kamerunicus* terganggu sehingga perkembangan tandan buah terhambat, e) pada pelepah bawah terjadi keguguran buah sebelum matang, dan f) pertumbuhan vegetatif yang abnormal seperti batang yang mengalami etiolasi, tidak kokoh, dan lebih kecil (Simangunsong et al., 2005; Hayata et al., 2020). Bonneau et al. (2014) menyatakan bahwa kerapatan tanam dapat mempengaruhi produktivitas pada delapa tahun pertama setelah penanaman.

Usaha pencapaian produktivitas kelapa sawit harus mengoptimalkan pengaturan populasi/kerapatan tanam kelapa sawit. Artinya, pemanfaatan ruang lahan untuk pokok kelapa sawit dapat dioptimalkan dan persaingan memperebutkan unsur hara dan sinar matahari dapat dihindari (Harahap, 2006; Suwandi, 2019). Pengaturan kerapatan tanam yang optimal dapat memberikan pertumbuhan vegetatif yang baik dan potensi produksi kelapa sawit dapat tercapai. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap pengaruh kerapatan tanam terhadap produksi dan pertumbuhan kelapa sawit pada tahun tanam yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Agrokarya Primalestari, perkebunan Tajur Beras Estate, Kecamatan Mentaya Hulu, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian ini dilakukan pada Maret-April 2023. Penelitian ini merupakan percobaan faktorial yang terdiri atas dua perlakuan, yaitu: kerapatan pohon (*stand per hectare*, SPH) dan umur pohon kelapa sawit yang disusun dalam rancangan acak lengkap. Kerapatan pohon ada tiga aras, yaitu ≥ 142 , 136-141, dan ≤ 135 SPH, sedangkan umur pohon kelapa sawit ada tiga aras, yaitu: tanaman menghasilkan 12-15, 10-13, dan 8-11 tahun (tahun tanam 2007, 2009, dan 2011) dengan varietas Dami Mas. Ada sembilan kombinasi perlakuan yang masing-masing diwakili oleh dua blok, sehingga ada $3 \times 3 \times 2$ blok = 18 blok ($30 \text{ ha} \cdot \text{blok}^{-1}$). Data produksi kelapa sawit terdiri atas jumlah tandan buah segar (TBS), rerata berat TBS, dan produktivitas ($\text{ton TBS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{tahun}^{-1}$) selama empat tahun (2019—2022). Komponen pertumbuhan vegetatif yang merupakan data primet diamati langsung pada pohon yang ditentukan secara sistematis. Pohon sampel ditentukan dengan selang lima tanaman dalam satu baris dan jarak antar baris berselang 10 baris tanaman. Setiap kombinasi perlakuan diwakili oleh 90 pohon. Pertumbuhan vegetatif kelapa sawit yang

diamati adalah tinggi (m) dan lingkar (m) batang serta panjang pelepah. Tinggi pohon diukur mulai dari pangkal batang sampai pelepah terbawah, lingkar batang diukur pada ketinggian satu meter di atas permukaan tanah, dan panjang pelepah (nomor 17) diukur mulai dari ujung sampai pangkal rakis (Fairhurst et al., 2019). Analisis ragam dan uji Duncan pada taraf 5% dipergunakan untuk menguji pengaruh perlakuan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam mengungkapkan bahwa kerapatan tanam dan tahun tanam menunjukkan pengaruh interaksi yang tidak nyata terhadap produktivitas kelapa sawit. Diketahui juga kerapatan tanam menunjukkan pengaruh yang tidak nyata dan sebaliknya untuk pengaruh tahun tanam terhadap produktivitas kelapa sawit (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh kerapatan tanam dan tahun tanam terhadap produktivitas tahun 2019—2022 (ton.ha⁻¹tahun⁻¹)

Kerapatan tanaman (pohon.ha ⁻¹)	Tahun tanam			Rerata
	2007	2009	2011	
≥142	28,63	29,82	24,12	27,52 a
136—141	28,20	28,25	25,43	27,29 a
≤135	28,19	28,63	24,15	26,99 a
Rerata	28,34 p	28,90 p	24,57 q	(-)

Keterangan: rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom atau baris menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa kerapatan tanam memberikan pengaruh yang sama terhadap produktivitas kelapa sawit tahun 2019—2022. Produktivitas dipengaruhi oleh perbedaan tahun tanam dimana produktivitas tertinggi diperoleh pada tahun tanam 2009. Hasil analisis juga menunjukkan produktivitas antara tahun tanam 2007 dan 2009 tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan produktivitas pada tahun tanam 2011.

Produktivitas kelapa sawit mulai naik dari umur tujuh tahun dan akan mencapai produktivitas tertinggi pada umur 15 tahun dan perlahan akan menurun seiring dengan semakin tuanya tanaman kelapa sawit. Hasil ini sesuai dengan Woittiez et al. (2017) bahwa umur produktif kelapa sawit 25 tahun dengan profil hasil yang terdiri atas 3 fase, yaitu *steep ascent yield phase* (3-7 tahun setelah tanam), *plateau yield phase* (8-15 tahun setelah tanam), dan *declining yield phase* (>15 tahun setelah tanam). Di sisi lain, kerapatan tanam tidak mempengaruhi fluktuasi produktivitas kelapa sawit. Hal ini diduga karena kegiatan kultur teknis yang dilakukan pada kebun penelitian berjalan sesuai dengan standar sehingga perbedaan kerapatan tanam tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap produktivitas. Sejalan dengan penelitian Ebu et al. (2019) yang menyatakan bahwa kerapatan tanam memberikan pengaruh yang sama terhadap produktivitas kelapa sawit.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi antara kerapatan dan tahun tanam terhadap BJR kelapa sawit tahun 2019 – 2022 (Tabel 2). Hasil terbaik diperoleh pada kerapatan tanam ≤135 SPH dengan tahun tanam 2007. Pada tahun tanam 2011 tidak ditemukan perbedaan

yang signifikan pada tiap-tiap kerapatan. Berat janjang terendah diperoleh pada tahun tanam 2011 dengan kerapatan ≥ 142 SPH.

Tabel 2. Pengaruh kerapatan dan tahun tanam terhadap BJR kelapa sawit tahun 2019—2022 (kg)

Kerapatan tanaman (pohon.ha ⁻¹)	Tahun tanam			Rerata
	2007	2009	2011	
≥ 142	19,39 ab	18,60 cd	14,85 f	17,61
136—141	18,19 bc	18,03 de	15,18 f	17,49
≤ 135	19,71 a	17,40 e	15,37 f	17,33
Rerata	19,29	18,01	15,13	(+)

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Kerapatan tanam rendah memberikan ruang tumbuh untuk tanaman kelapa sawit secara optimal sehingga mempengaruhi bobot janjang yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian Amzah et al. (2022) dimana pada populasi atau kerapatan tanam yang rendah menghasilkan BJR yang tinggi. Kemudian dapat dilihat bahwa pada kerapatan yang tinggi menghasilkan berat janjang rata-rata yang rendah. Hal ini mengindikasikan adanya persaingan terhadap unsur hara, cahaya matahari, dan ruang untuk tumbuhnya tanaman. Karo-karo et al. (2015) dalam temuannya menyatakan bahwa produksi tanaman dipengaruhi oleh jarak tanam sebab memiliki kaitan dengan ruang tumbuh tanaman, ketersediaan unsur hara, dan cahaya matahari. Peningkatan kerapatan tanam dapat menambah produksi per unit dan juga menurunkan hasil kelapa sawit (Budiastuti dalam Amzah et al., 2022).

Tabel 3. Pengaruh kerapatan dan tahun tanam terhadap jumlah TBS kelapa sawit tahun 2019—2022

Kerapatan tanaman (pohon.ha ⁻¹)	Tahun tanam			Rerata
	2007	2009	2011	
≥ 142	61.489	46.080	39.867	49.145 a
136—141	51.100	53.695	44.999	49.931 a
≤ 135	52.001	47.029	45.829	48.286 a
Rerata	54.863 p	48.934 p	43.565 p	(-)

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Tabel 3 menunjukkan tidak ada interaksi antara kerapatan tanam dan perbedaan tahun tanam terhadap jumlah TBS. Rerata jumlah TBS tertinggi diperoleh pada kerapatan tanam ≥ 142 SPH dengan tahun tanam 2007 sedangkan rerata terendah diperoleh pada kerapatan tanam 2007 dengan tahun tanam 2011. Faktor kerapatan tanam dan tahun tanam memberikan pengaruh yang sama terhadap jumlah TBS. Jumlah TBS ditentukan oleh determinasi seks, aborsi bunga, dan gagal tandan. Determinasi seks dipengaruhi oleh cekaman fisiologi (*physiological stress*) yang diakibatkan oleh defisit air, kekurangan, dan ketidakseimbangan hara, dan kondisi kanopi akan menyebabkan kelapa sawit menghasilkan lebih banyak bunga jantan (menurunkan nisbah seks) (Palas et al., 2013; Tisne et al., 2019). Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa kompetisi sinar matahari antarpohon kelapa sawit belum terjadi pada semua kisaran umur (11—14, 13—16, dan 15—18 tahun) untuk masing-

masing kerapatan populasi, sehingga sesuai dengan Slattery & Ort (2021), hal ini tidak mempengaruhi *source-sink relation* dan tidak merubah nisbah seks kelapa sawit.

Tabel 4. Pengaruh kerapatan dan tahun tanam terhadap tinggi tanaman kelapa sawit (m)

Kerapatan tanaman (pohon.ha ⁻¹)	Tahun tanam			Rerata
	2007	2009	2011	
≥142	8,35 a	6,75 c	6,28 d	7,13
136—141	8,16 a	6,48 e	6,22 f	6,96
≤135	7,02 b	6,42 e	5,69 g	6,38
Rerata	7,84	6,55	6,07	(+)

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Tabel 4 menunjukkan pengaruh interaksi kerapatan dan tahun tanam terhadap tinggi pohon kelapa sawit. Pada setiap kelompok umur (tahun tanam 2007, 2009, maupun 2011), tinggi pohon pada kerapatan ≥142 dan 136-141 SPH lebih besar daripada kerapatan ≤135 SPH. Hal ini sejalan dengan penelitian Hayata et al. (2020) yang melaporkan bahwa pada kerapatan yang tinggi ditemukan pohon tinggi yang disebabkan pelepah antar pokok saling menaungi, sehingga kompetisi perebutan sinar matahari terjadi yang menstimulasi pertumbuhan meninggi menjadi lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan lingkaran batangnya. Nazeeb et al. (2008) menyatakan bahwa tanaman yang mengalami persaingan untuk memperoleh sinar matahari (*inter-competition*) umumnya memberikan kenampakan visual berupa pertumbuhan batang yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang tidak mengalami cekaman cahaya.

Tabel 5. Pengaruh kerapatan dan tahun tanam terhadap panjang pelepah kelapa sawit (m)

Kerapatan tanaman (pohon.ha ⁻¹)	Tahun tanam			Rerata
	2007	2009	2011	
≥142	7,03 a	5,82 c	5,50 d	6,12
136—141	6,93 a	5,30 e	5,04 f	5,76
≤135	6,13 b	5,28 e	4,66 g	5,36
Rerata	6,70	5,47	5,07	(+)

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Tabel 5 menunjukkan panjang pelepah terpanjang terdapat pada interaksi kerapatan tanam ≥142 SPH dengan tahun tanam 2007. Panjang pelepah terpendek terdapat pada interaksi kerapatan tanam ≤135 SPH dengan tahun tanam 2011. Pada tahun tanam 2011 seluruh panjang pelepah berbeda pada tiap kerapatan. Tanaman kelapa sawit yang ditanam pada kerapatan tinggi memberikan visual pelepah kelapa sawit yang akan tumbuh memanjang agar mendapatkan cahaya matahari secara optimal untuk proses fotosintesis Hal ini sejalan dengan penelitian Djaingsastro et al. (2021) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kerapatan maka panjang pelepah juga akan semakin panjang agar dapat memperoleh sinar matahari secara optimal. Akibatnya, pelepah antar pokok saling *overlap* antara satu dengan lainnya. Hal ini akan mempengaruhi serapan cahaya matahari yang akan digunakan dalam fotosintesis kelapa sawit. Penentuan perkembangan kanopi kelapa sawit sangat

vital karena menyangkut serapan cahaya matahari (Henson & Dolmat, 2003). Salah satu faktor yang mempengaruhi pelepah saling bersinggungan yaitu kerapatan tanam (Harahap, 2006). Jika pertumbuhan pelepah relatif pendek, maka akan semakin banyak tanaman kelapa sawit yang bisa ditanam. Hasilnya, produktivitas pada lahan tersebut akan semakin tinggi (Lubis dan Agus, 2011).

Tabel 6. Pengaruh kerapatan dan tahun tanam terhadap lingkaran batang kelapa sawit (m)

Kerapatan tanaman (pohon.ha ⁻¹)	Tahun tanam			Rerata
	2007	2009	2011	
≥142	2,36 d	2,59 c	2,80 ab	2,59
136—141	2,39 d	2,77 b	2,88 a	2,68
≤135	2,42 d	2,80 ab	2,87 a	2,70
Rerata	2,39	2,75	2,855	(+)

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Tabel 6 menunjukkan bahwa lingkaran batang terkecil diperoleh pada kerapatan ≥142 SPH dengan tahun tanam 2007 sebesar 2,36 m. Lingkaran batang pada tahun tanam 2007 di berbagai kerapatan tanam relatif sama. Penelitian Hayata et al. (2020) melaporkan bahwa lingkaran batang kelapa sawit lebih kecil pada kerapatan tinggi dengan jarak tanam yang kecil. Hal ini menunjukkan adanya persaingan untuk memperoleh cahaya matahari dan unsur hara. Adanya persaingan akan berdampak pada hasil fotosintat yang digunakan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Hidayat (2008) menyatakan bahwa tingginya kerapatan menyebabkan kompetisi di antara tanaman untuk memperoleh cahaya matahari, air, dan unsur hara semakin ketat yang berimplikasi pada pertumbuhan tanaman yang menjadi terhambat.

KESIMPULAN

Produktivitas dan jumlah TBS kelapa sawit pada kerapatan ≥142, 136—141, dan ≤135 SPH mauun tahun tanam 2007, 2009 dan 2011 (tanaman menghasilkan 12—15, 10—13, dan 8—11 tahun) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Namun, BJR dipengaruhi oleh interaksi antara umur pohon dan kerapatan tanam kelapa sawit dengan BJR terberat dihasilkan tahun tanam 2007 pada kerapatan ≤135 SPH. Di samping itu, pertumbuhan vegetatif (tinggi pohon, panjang pelepah, dan lingkaran batang) dipengaruhi oleh kerapatan tanam dan umur pohon kelapa sawit. Komponen pertumbuhan ini mengalami peningkatan untuk masing-masing tahun tanam dengan meningkatnya kerapatan tanam.

DAFTAR PUSTAKA

- Amzah, I. A., Wirianata, H., & Rahayu, E. (2022). Pengaruh populasi tanaman kelapa sawit pada tahun tanam 2020. *JOM Faperta INSTIPER Yogyakarta*.
- Bonneau, X., Vandessel, P., Buabeng, M., & Erhahuyi, C. (2014). Early impact of oil palm planting density on vegetative and oil yield variables in West Africa. *OCL - Oilseeds and Fats*, 21(4), A401. <https://doi.org/10.1051/ocl/2014009>

- Cabrera-Bosquet, L., Fournier, C., Brichet, N., Welcker, C., Suard, B., & Tardieu, F. (2016). High-throughput estimation of incident light, light interception and radiation-use efficiency of thousands of plants in a phenotyping platform. *New Phytol.* 212(1), 269–281.
- Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2016). *The Oil Palm Fifth Edition*. Black Well Publishing Company.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2020). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, 1–572.
- Djaingsastro, A. J., Manurung, S., & Simbolon, A. O. (2021). Evaluasi perkembangan vegetatif pada tanaman kelapa sawit dengan dua pola tanam. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 4(1), 101-106.
- Ebu, M., Santi, I. S., & Tarmadja, S. (2019). Analisis produksi kelapa sawit pada tingkat kerapatan normal dan kerapatan tinggi. *JOM Faperta INSTIPER Yogyakarta*. 1(1).
- Fairhurst, T., Griffiths, W., & Rankine, I. (2019). *Oil Palm-Agronomy*. TCCL Field Handbook Vol 4.
- Hayata, H., Nursanti, I., & Kriswibowo, P. (2020). Pengaruh jarak tanam yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Media Pertanian*, 5(1), 22-26. <https://doi.org/10.33087/jagro.v5i1.92>
- Henson, I. E., & Dolmat, M. T. (2003). Physiological analysis of an oil palm density trial on a peat soil. *Journal of Oil Palm Research*, 15(2), 1–27.
- Hidayat, N. (2008). Pertumbuhan dan produksi kacang pada berbagai jarak tanam dan dosis pupuk fosfor. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 1(1), 55-64.
- Kementerian Perindustrian RI. (2021). *Tantangan dan Prospek Hilirisasi Sawit Nasional Analisis: Pembangunan Industri*. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 1–63.
- Lubis, R. E., & Widanarko, A. (2011). *Buku Pintar Kelapa Sawit*. AgroMedia.
- Nazeeb, M. A., Tang, M. K., Loong, S. G., & Shahr, S. S. (2008). Variable density plantings for oil palms (*Elaeis guineensis*) in Peninsular Malaysia. *Journal of Oil Palm Research*, 61-90.
- Pallas, B., Mialet-Serra, I., Rouan, L., Clément-Vidal, A., Caliman, J. P., & Dingkuhn, M. (2013). Effect of source/sink ratios on yield components, growth dynamics and structural characteristics of oil palm (*Elaeis guineensis*) bunches. *Tree physiology*, 33(4), 409-424.
- Simangunsong G., Hidayat, T. C., & Siregar, H. H. (2006). Trend produksi kelapa sawit di dataran tinggi. *WARTA PPKS* 13(3), 1-6.
- Slattery, R. A., & Ort, D. R. (2021). Perspectives on improving light distribution and light use efficiency in crop canopies. *Plant Physiol.*, 185(1), 34–48.
- Suwandi, A. (2018). *Pengaruh Jarak Tanam dan Aplikasi Berbagai Dosis Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Pertumbuhan serta Produksi Tanaman Kacang Panjang Renek (Vigna unguiculata var sesquipedalis)* [Unpublished diploma thesis]. Universitas Islam Riau.
- Risza, I. S. (2009). *Kelapa Sawit, Upaya Peningkatan Produktivitas*. Kanisius.
- Tisné, S., Denis, M., Domonhédó, H., Pallas, B., Cazemajor, M., Tranbarger, T. J., & Morcillo, F. (2020). Environmental and trophic determinism of fruit abscission and outlook with climate

change in tropical regions. *Plant-Environment Interactions*, 1(1), 17-28. DOI: 10.1002/pei3.10011

Woittiez, L. S., Van Wijk, M. T., Slingerland, M., Van Noordwijk, M., & Giller, K. E. (2017). Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *European Journal of Agronomy*, 83, 57-77.