

Analisis Pertumbuhan dan Produktivitas Kelapa Sawit pada Variasi Kerapatan Tanam

(Analysis of Growth and Productivity of Oil Palm under Variations in Planting Density)

Wiwin Dyah Uly Parwati¹, Filemon Hepron Nadeak¹, Valensi Kautsar^{1,2*}

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, INSTIPER, Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia, 55281

² Magister Manajemen Perkebunan, INSTIPER, Jl. Petung No. 2, Papringan, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia, 55281

E-mail: valkauts@instiperjogja.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Submitted: April 20, 2024

Accepted: July 4, 2024

Published: July 10, 2024

Keywords:

average bunch weight,
planting density,
productivity,
sex ratio,
shade avoidance

ABSTRACT

In oil palm growth, planting density has a sustainable impact on its productivity. To enhance the long-term growth and production yield of oil palm, it is crucial to consider the establishment of appropriate planting densities during the initial planting phase. This research explores the relationship between planting density and productivity, highlighting the importance of determining optimal plant densities for optimal yields. The study was conducted at the Muara Tawang Estate (MTNE) in Kapuas Hulu Regency, West Kalimantan Province. Two blocks of oil palm land with three different planting densities (130, 136, and 143 plants per hectare) were observed to understand the relationship between planting density and agronomic characteristics. Measurements were taken on plant height, frond length, petiole width, number of male and female flowers, and sex ratio. The analysis unveiled consistent trends in oil palm production, which varied based on planting density. Planting densities of 130 and 136 showed superior production trends compared to 143, with 136 demonstrating production increases ranging from 19.8% to 29.8% relative to density 143, alongside enhancements in plant height and frond length by 4.6% and 5.4%, respectively. Additionally, petiole thickness and width were notably lower in density 143, experiencing reductions of 8.0% and 11.0%, respectively, compared to density 136, while the sex ratio exhibited a similar pattern, declining by 34.0% in density 143 compared to 136. This highlights the importance of determining appropriate planting densities to enhance oil palm productivity.



Copyright © 2024 Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan komoditas pertanian unggulan yang sangat penting bagi Indonesia, baik dalam segi ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Kelapa sawit memberikan kontribusi besar dalam penerimaan devisa negara, lapangan pekerjaan, dan kebutuhan energi nasional. Kelapa sawit merupakan tanaman yang sangat diminati karena minyaknya yang bernilai tinggi, yang digunakan secara luas di berbagai industri (Astuti et al., 2020; Suwarno, 2019; Sylvia et al., 2022). Selain itu, kelapa sawit juga berperan dalam melestarikan alam dan

lingkungan, seperti konservasi sumber air tanah, pencegahan tanah longsor, produksi oksigen, dan penyerapan karbon dioksida. Namun, industri kelapa sawit juga menghadapi berbagai tantangan dalam meningkatkan produktivitasnya, seperti masalah lahan, perubahan iklim, hama dan penyakit, persaingan global, dan isu-isu sosial. Oleh karena itu, diperlukan upaya-upaya inovatif dan kolaboratif dari semua pihak terkait untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut dan menjaga keseimbangan aspek-aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam pengembangan kelapa sawit (Koh & Wilcove, 2008; Limaho et al., 2022; Suwarno, 2019; Sylvia et al., 2022; Windiastuti et al., 2022).

Pada tanaman kelapa sawit, kerapatan tanam dan pola tanam berdampak jangka panjang terhadap produktivitas kelapa sawit. Untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit pada jangka panjang, perlu diperhatikan penentuan kerapatan tanam kelapa sawit yang sesuai pada saat awal penanaman. Kerapatan tanam perlu diperhatikan karena berkaitan dengan faktor tumbuh yang diperlukan oleh tanaman, meliputi media tanam, unsur hara, air, cahaya matahari, oksigen, dan faktor tumbuh lainnya. Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa kerapatan tanaman memiliki dampak yang signifikan terhadap pola pertumbuhan di berbagai jenis tanaman (Bonneau & Impens, 2022; Djaingsastro et al., 2021; Gerritsma & Soebagyo, 1999, 1999; Hayata et al., 2020; Rafii et al., 2013). Pada kerapatan tanam rendah, menurunkan jumlah populasi yang ditanam per hektarnya, sementara kerapatan tanaman yang lebih tinggi telah terbukti meningkatkan persaingan untuk mendapatkan sumber daya, seperti sinar matahari, air, dan nutrisi, di antara masing-masing tanaman (Bisht et al., 2012; Djaingsastro et al., 2021; Postma et al., 2020; Sastrosayono, 2003). Persaingan ini menyebabkan terbatasnya akses terhadap sumber daya penting ini, sehingga mempengaruhi proses pertumbuhan pohon kelapa sawit. Secara khusus, kerapatan tanaman yang lebih tinggi telah diamati mengakibatkan berkurangnya ukuran pohon individu, tinggi batang yang lebih pendek, dan luas permukaan daun yang lebih kecil. Selain itu, kerapatan tanaman yang lebih tinggi juga telah ditemukan dapat menyebabkan persaingan untuk mendapatkan cahaya, yang dapat menyebabkan fenomena yang dikenal sebagai "*shade avoidance*". Fenomena ini mengacu pada pohon yang mengadaptasi pola pertumbuhannya untuk mendapatkan sinar matahari, sehingga menghasilkan batang yang lebih tinggi dan kanopi yang lebih sempit (Huber et al., 2020; Roig-Villanova & Martínez-García, 2016; Sastrosayono, 2003).

Penelitian sebelumnya juga telah mengeksplorasi hubungan antara kerapatan tanaman dan produktivitas perkebunan kelapa sawit. Penelitian ini menemukan bahwa jarak tanam, atau jarak antar tanaman kelapa sawit, memainkan peran penting dalam menentukan produktivitas. Perkebunan kelapa sawit dengan kerapatan tanaman yang lebih tinggi umumnya menunjukkan produktivitas yang lebih rendah dibandingkan dengan perkebunan yang memiliki kerapatan yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan kerapatan tanaman yang lebih tinggi menyebabkan meningkatnya persaingan untuk mendapatkan sumber daya, yang dapat membatasi pertumbuhan dan perkembangan pohon kelapa sawit. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa jarak yang lebih lebar antara tanaman kelapa sawit memungkinkan penetrasi sinar matahari yang lebih baik dan sirkulasi udara yang lebih baik, sehingga menghasilkan kondisi pertumbuhan yang lebih baik (Breure, 1988a, 1988b). Selain itu, jarak tanam yang optimal di perkebunan kelapa sawit juga dapat berkontribusi pada ketersediaan nutrisi dan air yang lebih baik untuk setiap pohon. Temuan ini menunjukkan bahwa menemukan kerapatan tanaman yang tepat sangat penting untuk

memaksimalkan produktivitas kelapa sawit (Bonneau & Impens, 2022; Breure, 1988a; Romero et al., 2022).

Untuk mencapai hasil panen kelapa sawit yang maksimal, sangat penting untuk menentukan kerapatan tanaman yang optimal. Hal ini dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor seperti kondisi pertumbuhan, iklim, kesuburan tanah, dan praktik pengelolaan. Penelitian menunjukkan bahwa kisaran kerapatan tanaman yang optimal untuk mendapatkan hasil panen kelapa sawit yang maksimal berada di antara 143-160 pohon kelapa sawit per hektare (Bonneau & Impens, 2022; Pahan, 2021). Dengan mempertahankan kerapatan tanaman dalam kisaran ini, maka akan memungkinkan untuk mencapai keseimbangan antara memaksimalkan pemanfaatan lahan dan memastikan sumber daya yang memadai untuk setiap pohon kelapa sawit. Kerapatan tanaman optimal yang tepat dalam kisaran ini dapat bervariasi dan harus ditentukan berdasarkan kondisi spesifik lokasi dan pertimbangan yang cermat dari berbagai faktor. Informasi bagaimana kerapatan tanaman kelapa sawit mempengaruhi karakteristik agronomi sangat penting dalam optimalisasi praktik pengelolaan perkebunan untuk mencapai hasil panen yang lebih tinggi (Bonneau & Impens, 2022; Breure, 1988b; Djaingsastro et al., 2021). Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan perbedaan produktivitas dan berat janjang rata-rata (BJR) kelapa sawit pada lahan dengan kerapatan tanam yang berbeda, serta untuk mengetahui perbandingan karakter agronomi kelapa sawit pada lahan dengan kerapatan tanam yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Muara Tawang Estate (MTNE), perkebunan kelapa sawit yang terletak di PT. Kartika Prima Cipta, Kecamatan Suhaid, Kabupaten Kapuas Hulu, Provinsi Kalimantan Barat. Suhu rata-rata di perkebunan MTNE adalah 29°C. Penelitian berlangsung pada Maret hingga April 2023.

Penelitian dilakukan pada dua blok lahan kelapa sawit dengan varietas, topografi, serta tahun tanam yang sama tetapi memiliki kerapatan tanam yang berbeda. Varietas yang digunakan dalam penelitian ini adalah damimas. Pada perkebunan sawit dikenal SPH (*Stand per Hectare*) yang menunjukkan jumlah tanaman atau pokok sawit dalam luasan 1 ha. SPH yang digunakan dalam penelitian ini adalah SPH 130, SPH 136, dan SPH 143. Tanaman kelapa sawit ditanam pada tahun 2008, sehingga pada saat penelitian, tanaman kelapa sawit berumur 15 tahun atau berada pada fase tanaman menghasilkan 13 (TM 13). Tanaman kelapa sawit dipilih secara sistematis di dalam blok yang telah ditentukan, dengan memperhatikan kesehatan dan pertumbuhan yang normal. Sampel tanaman yang digunakan sebanyak 30 pokok tiap kerapatan tanaman untuk mencapai tingkat representasi yang memadai.

Pengukuran dilakukan terhadap variabel-variabel penting seperti tinggi tanaman, panjang pelepah, lebar petiole, tebal petiole, jumlah bunga jantan, dan jumlah bunga betina, dan *sex ratio*. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah hingga ujung daun teratas dengan menggunakan alat pengukur tinggi. Pelepah yang diukur adalah pelepah ke-17, yang dianggap mewakili tahap pertumbuhan serta biasanya telah mencapai ukuran yang cukup dan telah mengembangkan daun-daun yang mampu mewakili kondisi keseluruhan pohon. Setelah pelepah dipotong, kemudian diukur menggunakan meteran untuk mengukur panjangnya dari pangkal hingga ujung pelepah tersebut. Petiole merupakan bagian yang menghubungkan pelepah dengan batang utama tanaman. Pengukuran tebal dan lebar petiole dilakukan dengan menggunakan penggaris. Jumlah

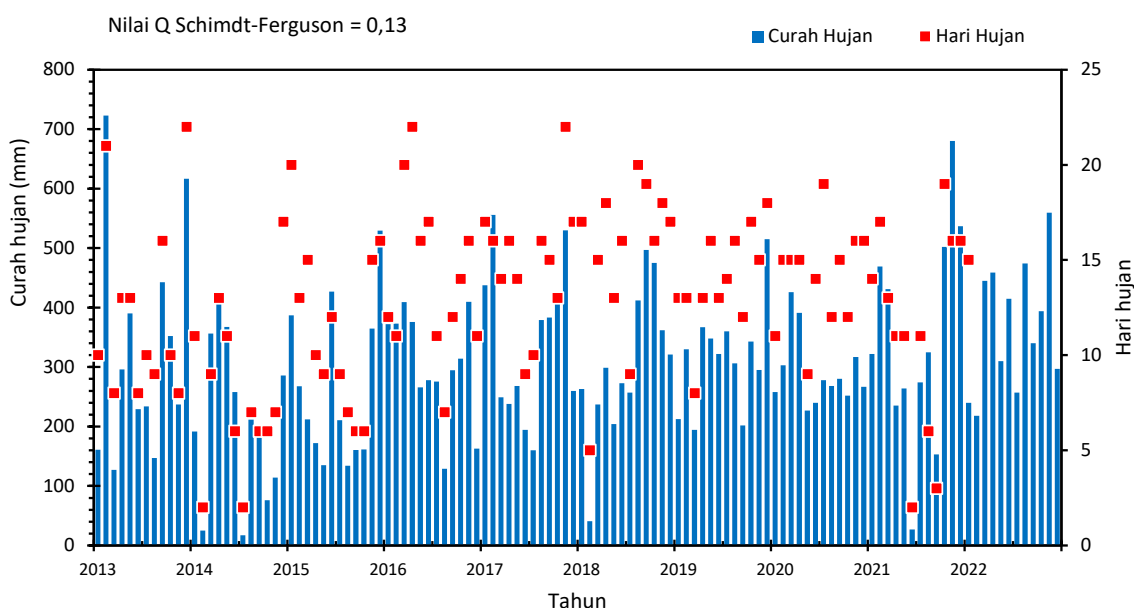
bunga jantan dan betina dihitung secara manual berdasarkan pengamatan lapangan. *Sex ratio* merupakan perbandingan jumlah bunga betina dengan total jumlah bunga yang dinyatakan dalam bentuk persen (%). Perhitungan *sex ratio* ditunjukkan pada persamaan 1.

$$Sex\ ratio\ (\%) = \frac{Jumlah\ tandan\ bunga\ betina}{jumlah\ bunga\ betina + jantan} \times 100\% \tag{1}$$

Selain data primer, diambil juga data sekunder yang meliputi data iklim 10 tahun terakhir (yakni data curah hujan dan hari hujan) yang berasal dari stasiun pengamatan cuaca di lokasi penelitian dan data produksi bulanan 5 tahun terakhir. Analisis statistik dilakukan menggunakan ANOVA satu jalur untuk membandingkan karakter agronomi tanaman, dilanjutkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% apabila berbeda nyata. Selain itu analisis korelasi Pearson dan regresi digunakan untuk melihat hubungan antar variabel pengamatan. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 26. Grafik ditampilkan dengan menggunakan Microsoft Excel, kecuali matriks korelasi yang menggunakan Phytion.

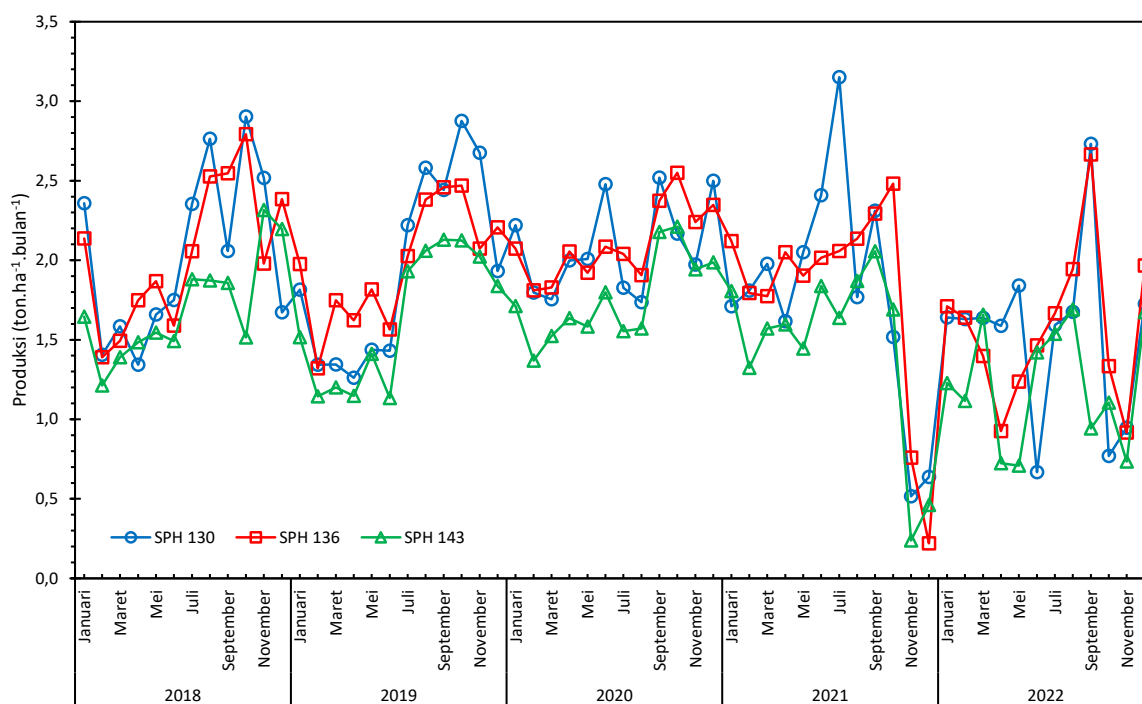
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data curah hujan selama 10 tahun terakhir di lokasi penelitian (Gambar 1), diketahui bahwa wilayah tersebut berada dalam klasifikasi iklim yang sangat basah, dengan 2 bulan kering, 1 bulan lembab, dan 11 bulan basah. Berdasarkan klasifikasi Schmidt Ferguson, nilai Q sebesar 0,13, sehingga masuk dalam kategori iklim sangat basah. Pahan (2021), menyatakan bahwa tanaman kelapa sawit membutuhkan curah hujan yang stabil berkisar antara 2000 hingga 2500 mm per tahun, karena pola curah hujan tahunan berpengaruh signifikan terhadap pembungaan dan produksi buah sawit. Analisis curah hujan selama 10 tahun terakhir di perkebunan MTNE menunjukkan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 3.726 mm, melebihi ambang batas yang diperlukan untuk tanaman kelapa sawit, menandakan bahwa kondisi iklim di lokasi tersebut cenderung memiliki curah hujan yang tinggi dan berpotensi mempengaruhi perilaku pertumbuhan dan produksi buah pada kelapa sawit.



Gambar 1. Curah hujan dan hari hujan di lokasi penelitian pada tahun 2013-2022

Hasil analisis menunjukkan adanya tren yang cenderung sama, meskipun ada beberapa bulan yang menunjukkan perbedaan dalam produksi kelapa sawit sesuai dengan kerapatan tanam yang diterapkan (Gambar 2). Pada kerapatan tanam 130 dan 136, terlihat adanya kecenderungan produksi yang lebih tinggi dibandingkan 143. Hal ini menunjukkan potensi untuk meningkatkan hasil pada kerapatan tanam yang lebih rendah. Sebaliknya kerapatan tanam yang lebih tinggi mungkin memiliki dampak negatif terhadap produksi dalam jangka waktu yang panjang. Faktor-faktor seperti kondisi cuaca, manajemen kebun, dan faktor lingkungan lainnya dapat mempengaruhi tren produksi tersebut. Pada kerapatan tanam yang tinggi, tanaman mengalami kurangnya ruang tumbuh yang menyebabkan persaingan daya serap unsur hara, air, sinar matahari, dan oksigen untuk bertumbuh serta akan memperlambat proses fotosintesis tanaman kelapa sawit. Sedangkan kerapatan tanam yang terlalu renggang dapat menurunkan populasi yang ditanam per hektarnya, dan boros pada pengendalian hama karena tanah mendapatkan penyinaran yang banyak, memungkinkan gulma menggunakan ruang sebagai media untuk tumbuh subur. Kerapatan tanam merupakan salah satu faktor penyebab penurunan produksi tanaman kelapa sawit yang dampaknya merugikan petani (Djaingsastro et al., 2021; Fauzi et al., 2012; Hayata et al., 2020; Sastrosayono, 2003).



Gambar 2. Tren produktivitas kelapa sawit 2018-2022 pada berbagai kerapatan tanam

Tabel 1. Produktivitas kelapa sawit ($\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{tahun}^{-1}$) pada berbagai kerapatan tanam pada tahun 2018-2022

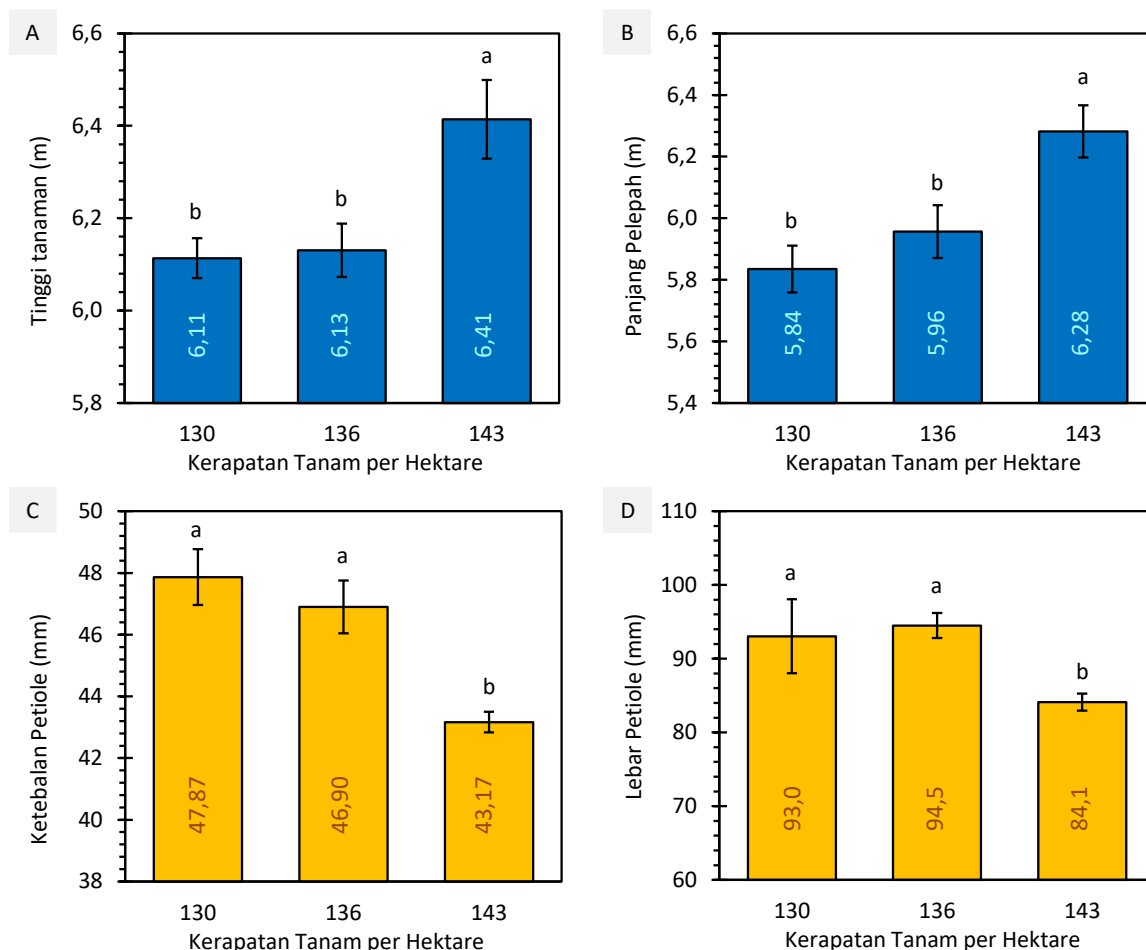
Tahun	Kerapatan tanam ($\text{tanaman}\cdot\text{ha}^{-1}$)		
	130	136	143
2018	24,37 a	24,51 a	20,40 b
2019	23,36 a	23,66 a	19,66 b
2020	24,98 a	25,23 a	21,06 b
2021	21,47 a	21,60 a	17,54 b
2022	18,45 ab	18,87 a	14,54 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan beda nyata pada uji BNJ 5%.

Analisis statistik tahunan mulai 2018-2021 pada kerapatan tanam yang tinggi ($143 \text{ tanaman}\cdot\text{ha}^{-1}$) menunjukkan nilai yang signifikan lebih rendah dibandingkan $136 \text{ tanaman}\cdot\text{ha}^{-1}$ dan $130 \text{ tanaman}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Tabel 1). Pada tahun 2022, kerapatan tanam 130 menunjukkan produksi yang signifikan lebih tinggi dibandingkan 143. Secara keseluruhan dengan kerapatan yang tinggi, produktivitas tanaman kelapa sawit sangat sulit melebihi $22 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{tahun}^{-1}$. Sementara $136 \text{ tanaman}\cdot\text{ha}^{-1}$ menunjukkan produktivitas signifikan lebih tinggi, melebihi $25 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{tahun}^{-1}$. Selisih sekitar $4 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{tahun}^{-1}$ ini merupakan permasalahan yang memiliki dampak besar. Dengan penggunaan kecambah, bibit, pemupukan, tenaga kerja, dan sebagainya yang lebih sedikit, ternyata kerapatan 136 lebih baik dibandingkan 143 per hektare. Perlu dipahami bahwa studi ini memiliki keterbatasan ruang lingkup di satu perusahaan, sehingga pada kondisi tanah, topografi, varietas kelapa sawit, atau manajemen pengelolaan kebun berbeda akan dimungkinkan menghasilkan informasi yang berbeda. Tanpa penanaman yang cermat dan perawatan yang berkelanjutan, produktivitas per hektare dari benih berkualitas juga dapat menunjukkan hasil yang tidak optimal. Oleh karena itu, penanaman yang tepat dengan penentuan populasi yang sesuai per hektare dan perawatan yang terencana adalah prasyarat penting untuk memaksimalkan produktivitas per hektare dalam pertanaman kelapa sawit (Bonneau & Impens, 2022; Breure, 1988a, 1988b; Fauzi et al., 2012; Sastrosayono, 2003). Varietas kelapa sawit Damimas yang ditanam di lokasi penelitian merupakan salah satu varietas yang dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas perkebunan kelapa sawit. Salah satu ciri khas dari varietas Damimas yakni memiliki pelepah yang relatif lebih pendek dibandingkan varietas lain, sehingga memudahkan dalam proses panen dan pemeliharaan. Pelepah yang pendek ini mengurangi resiko kerusakan fisik pada tanaman saat panen, sekaligus mempermudah akses ke buah. Selain itu, tebal dan lebar petiole pada varietas Damimas menunjukkan kekuatan fisik yang baik, yang berkontribusi terhadap kemampuan tanaman untuk menopang buah yang berat tanpa mudah patah atau roboh. Kekuatan ini sangat penting, terutama di area dengan kondisi angin yang kuat atau tanah yang kurang stabil.

Berdasarkan analisis data karakter agronomi tanaman kelapa sawit, dapat diamati bahwa terdapat perbedaan signifikan pada beberapa parameter pertumbuhan dan reproduksi kelapa sawit antara kerapatan tanam SPH 130, SPH 136, dan SPH 143. Secara khusus, tinggi tanaman dan panjang pelepah pada kerapatan tanam SPH 143 menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan dengan SPH 130 dan SPH 136 (Gambar 3 a, b). Sementara tebal petiole dan lebar petiole pada

kerapatan tanam SPH 143 cenderung memiliki hasil terendah (Gambar 3 c, d). Diduga bahwa perbedaan ini dapat disebabkan oleh kurangnya intensitas cahaya pada kerapatan tanam SPH 143 akibat peningkatan populasi tanaman, yang berpotensi menghambat pertumbuhan tanaman. Kondisi ini kemungkinan memicu peningkatan pertumbuhan pada bagian tajuk dan batang untuk menangkap cahaya yang tersedia, sementara proses pembungaan mungkin terhambat akibat kekurangan unsur hara yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis.

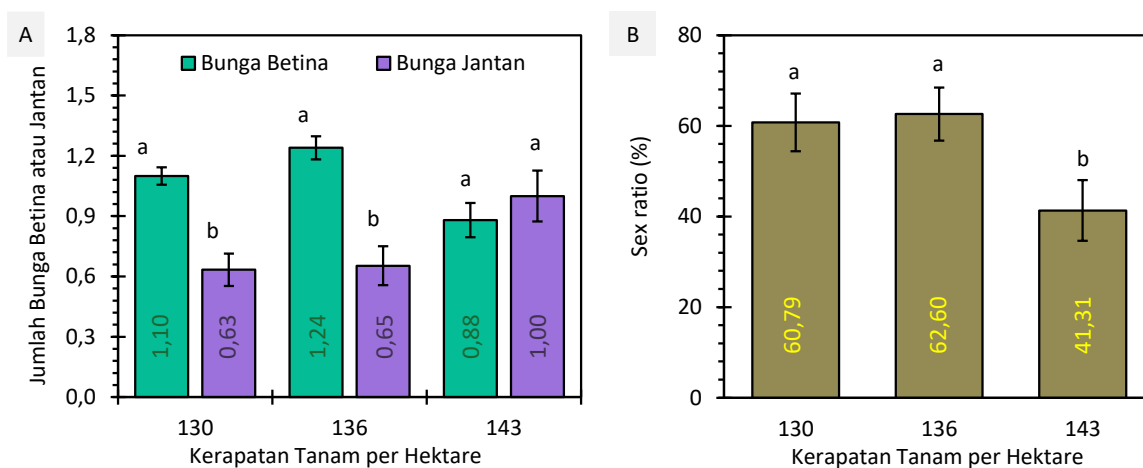


Gambar 3. Karakter agronomis tanaman kelapa sawit: (a) tinggi tanaman, (b) panjang pelepeh, (c) tebal petiole, dan (d) lebar petiole pada kerapatan tanam yang berbeda

Keterangan: huruf yang berbeda diatas histogram menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%.

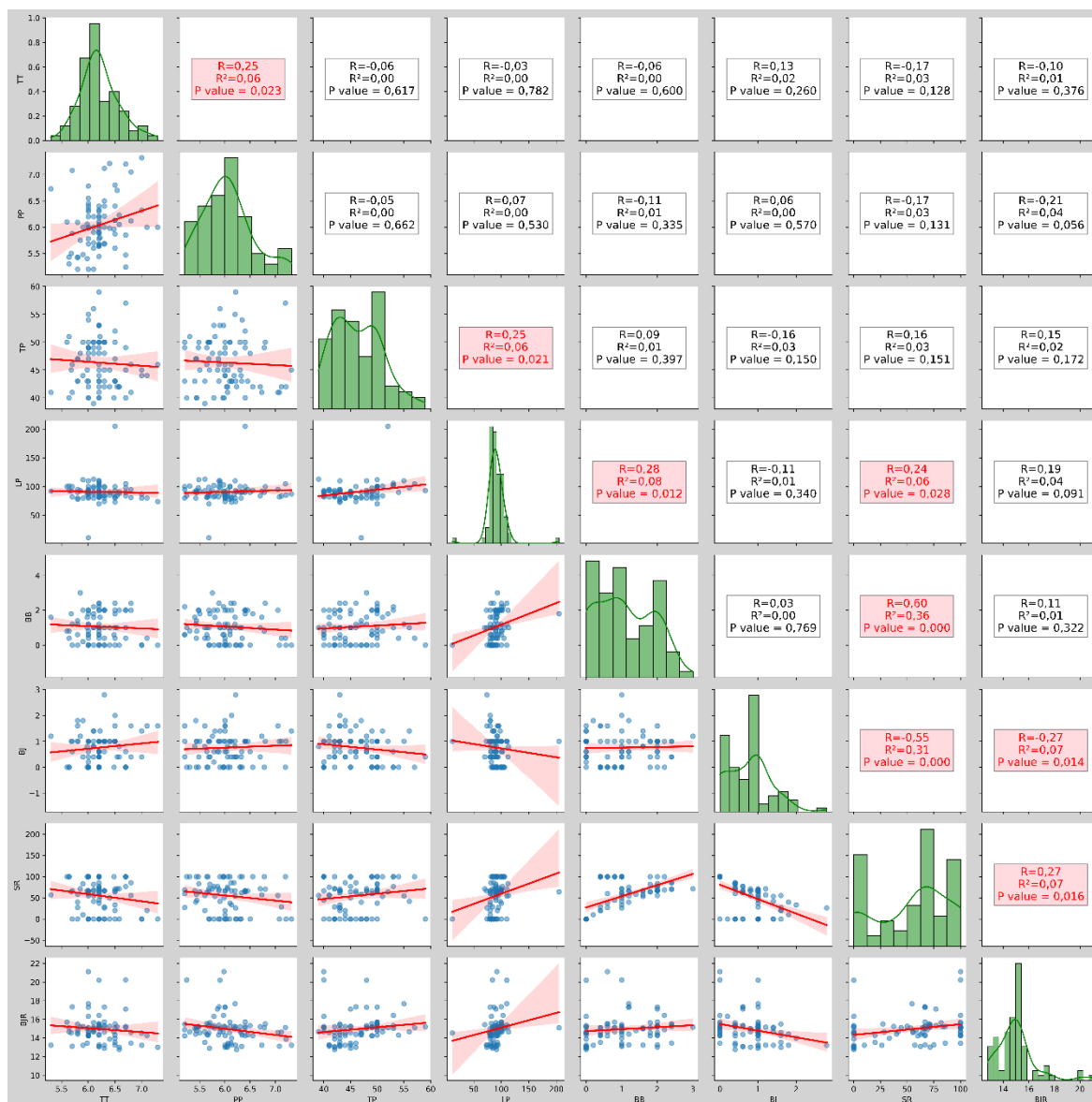
Penelitian menunjukkan pada jumlah bunga betina, kerapatan 143 sedikit lebih rendah, meskipun tidak berbeda nyata (Gambar 4a). Sementara itu bunga jantan signifikan lebih banyak pada kerapatan 143 dibandingkan kerapatan lainnya. Hal ini menyebabkan *sex ratio* untuk kerapatan 143 lebih rendah dibandingkan kerapatan lainnya. Dalam penyerbukan kelapa sawit, bunga jantan menghasilkan serbuk sari yang diperlukan untuk menyerbuki bunga betina yang kemudian berkembang menjadi buah. Rasio yang seimbang antara bunga jantan dan betina memastikan penyerbukan yang efisien, yang pada gilirannya mendukung produksi buah yang maksimal.

Analisis matriks korelasi menunjukkan beberapa karakter agronomis memiliki korelasi yang signifikan (Gambar 5). Parameter tinggi tanaman dan panjang pelepah menunjukkan korelasi positif dengan koefisien regresi sebesar 0,25. Hal ini menunjukkan bahwa dengan peningkatan tinggi tanaman akan berpengaruh positif terhadap peningkatan panjang pelepah. Kaitannya dengan kerapatan tanam, dengan persaingan cahaya, maka tinggi tanaman pada SPH 140 memiliki nilai tertinggi, yang diikuti dengan peningkatan panjang pelepah (Gambar 3a, b). Hal ini dikhawatirkan persaingan cahaya tidak hanya membuat tanaman akan bertumbuh dan berkembang ke atas yang menyebabkan pembesaran lingkaran batang berkurang, tetapi juga dengan peningkatan panjang pelepah akan menyebabkan akumulasi biomassa untuk buah yang dihasilkan menjadi berkurang. Selain itu matriks korelasi juga semakin lebar petiole secara signifikan juga akan menyebabkan ketebalan petiole meningkat ($R=0,25$, $P<0,05$). *Sex ratio* merujuk pada perbandingan jumlah bunga betina dengan jumlah total bunga (betina dan jantan) yang dihasilkan oleh tanaman, yang memberikan informasi keberhasilan pembuahan dan potensi produksi buah. Selain itu *sex ratio* mencerminkan pengaruh faktor lingkungan dan fisiologis terhadap pembentukan bunga, termasuk respons tanaman terhadap stres lingkungan dan keseimbangan hormon yang memengaruhi diferensiasi seksual bunga pada tanaman kelapa sawit. *Sex ratio* memiliki hubungan yang sangat signifikan dengan bunga betina ($R=0,60$, $P<0,001$) dan bunga jantan ($R=0,55$, $P<0,001$). Berat janjang merupakan parameter yang mengukur berat total buah kelapa sawit yang dihasilkan oleh suatu pohon. Oleh karenanya, berat janjang merupakan indikator yang menunjukkan efisiensi fotosintesis, alokasi sumber daya, dan keseimbangan hormon yang memengaruhi pembentukan dan perkembangan buah pada tanaman kelapa sawit. Berat janjang rata-rata (BJR) menunjukkan korelasi yang signifikan dengan *sex ratio* dengan koefisien korelasi sebesar 0,27 ($P<0,05$).



Gambar 4. Karakter agronomis tanaman kelapa sawit: (a) jumlah bunga betina atau jantan dan (b) rasio jenis kelamin pada jarak tanam yang berbeda

Keterangan: huruf yang berbeda diatas histogram menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%.



Gambar 5. Matriks korelasi antarvariabel yang diamati

Keterangan TT: tinggi tanaman, PP: panjang pelepah, TP: tebal petiole, LP: lebar petiole, BB: bunga betina, BJ: bunga jantan, SR: *sex ratio*, dan BJR: berat jangjang rata-rata

KESIMPULAN

Analisis menunjukkan adanya tren produksi kelapa sawit yang berbeda-beda berdasarkan kerapatan tanam yang diterapkan. Kerapatan tanam rendah cenderung menghasilkan produksi yang lebih tinggi daripada kerapatan tinggi. Analisis statistik menunjukkan bahwa kerapatan tanam 136 tanaman.ha⁻¹ menghasilkan produktivitas yang signifikan lebih tinggi daripada 143 tanaman.ha⁻¹. Kerapatan 136 menunjukkan peningkatan produksi sebesar 19,8% hingga 29,8% dibandingkan kerapatan 143. Peningkatan kerapatan tanaman menghasilkan peningkatan tinggi tanaman dan panjang pelepah masing-masing sebesar 4,6% dan 5,4%. Ketebalan dan lebar petiole lebih rendah pada kerapatan 143 sebesar 8,0% dan 11,0% dibandingkan kerapatan 136. Selain itu, *sex ratio* juga menurun sebesar 34,0% dengan penggunaan kerapatan 143

dibandingkan 136. Hal ini menunjukkan pentingnya pemilihan kerapatan tanam yang tepat dalam meningkatkan hasil produksi kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, N. S., Karim, I., Nurlaela, Abdullah, M. A., & Dahniar. (2020). Contribution of oil palm (*Elaeis guineensis* J.) plantations to farmers' income in West Sulawesi. *Anjoro: International Journal of Agriculture and Business*, 1(2), 45–51. <https://doi.org/10.31605/anjoro.v1i2.892>
- Bisht, A. S., Bhatnagar, A., Pal, M., & Singh, V. (2012). Growth dynamics, productivity and economics of quality protein maize (*Zea mays* L.) under varying plant density and nutrient management practices. *Madras Agricultural Journal*, 99, 73–76.
- Bonneau, X., & Impens, R. (2022). Experimental determination of the optimum oil palm planting density in Western Africa. *OCL*. <https://doi.org/10.1051/ocl/2022019>
- Breure, C. J. (1988a). The Effect of Different Planting Densities on Yield Trends in Oil Palm. *Experimental Agriculture*, 24, 37–52. <https://doi.org/10.1017/S0014479700015684>
- Breure, C. J. (1988b). The Effect of Palm Age and Planting Density on the Partitioning of Assimilates in Oil Palm (*Elaeis guineensis*). *Experimental Agriculture*, 24, 53–66. <https://doi.org/10.1017/S0014479700015696>
- Chang, Y. Y., Abd Wahid, S. A., & Sim, C. C. (2022). Nitrogen and potassium fertiliser requirement optimisation for high-density planting in Oil palm (*Elaeis guineensis*) under Coastal environment of Peninsula Malaysia. *International Journal of Agricultural Technology*, 18(5), 1937–1948.
- 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), Article 1. <https://doi.org/10.30743/best.v4i1.3942>
- Fauzi, Y., Widyastuti, Y. E., Satyawibawa, I., & Paeru, R. H. (2012). *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya Grup.
- Gerritsma, W., & Soebagyo, F. X. (1999). An analysis of the growth of leaf area of oil palms in Indonesia. *Experimental Agriculture*, 35, 293–308. <https://doi.org/10.1017/S0014479799003038>
- 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), Article 1. <https://doi.org/10.33087/jagro.v5i1.92>
- Huber, M., Nieuwendijk, N. M., Pantazopoulou, C., & Pierik, R. (2020). Light signalling shapes plant–plant interactions in dense canopies. *Plant, Cell & Environment*, 44, 1014–1029. <https://doi.org/10.1111/pce.13912>
- Koh, L. P., & Wilcove, D. (2008). Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conservation Letters*, 1. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00011.x>
- Limaho, H., Pramono, R., & Christiawan, R. (2022). Collaboration between Government and Palm Oil Industry to Achieve Sustainability Development Goals in Indonesia. *Mulawarman Law Review*. <https://doi.org/10.30872/mulrev.v7i1.757>

- Pahan, I. (2021). *Panduan Budidaya Kelapa Sawit untuk Pekebun*. Penebar Swadaya.
- Postma, J., Hecht, V. L., Hikosaka, K., Nord, E., Pons, T., & Poorter, H. (2020). Dividing the pie: A quantitative review on plant density responses. *Plant, Cell & Environment*. <https://doi.org/10.1111/pce.13968>
- Rafii, M. Y., Isa, Z., Kushairi, A., Saleh, G., & Latif, M. (2013). Variation in yield components and vegetative traits in Malaysian oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) *dura* × *pisifera* hybrids under various planting densities. *Industrial Crops and Products*, *46*, 147–157. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2012.12.054>
- Roig-Villanova, I., & Martínez-García, J. F. (2016). Plant Responses to Vegetation Proximity: A Whole Life Avoiding Shade. *Frontiers in Plant Science*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00236>
- Romero, H., Guataquira, S., & Forero, D. C. (2022). Light Interception, Photosynthetic Performance, and Yield of Oil Palm Interspecific OxG Hybrid (*Elaeis oleifera* (Kunth) Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.) under Three Planting Densities. *Plants*, *11*. <https://doi.org/10.3390/plants11091166>
- Sastrosayono, S. (2003). *Budi Daya Kelapa Sawit*. AgroMedia.
- Suwarno, W. (2019). Kebijakan Sawit Uni Eropa dan Tantangan bagi Diplomasi Ekonomi Indonesia. *Jurnal Hubungan Internasional*, *8*(1). <https://doi.org/10.18196/hi.81150>
- Sylvia, N., Rinaldi, W., Muslim, A., Husin, H., & Yunardi. (2022). Challenges and possibilities of implementing sustainable palm oil industry in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *969*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/969/1/012011>
- Windiastuti, E., Suprihatin, Bindar, Y., & Hasanudin, U. (2022). Identification of potential application of oil palm empty fruit bunches (EFB): A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1063*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1063/1/012024>

