

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: STRATEGI PENINGKATAN PRODUKTIVITAS KELAPA SAWIT DALAM MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Systematic Literature Review: Strategies for Increasing Oil Palm Productivity in the Face of Climate Change

Rievansyah Eka Satria*, Emma Trinurani Sofyan, Marendra Ishak Sonjaya Sule, Abraham
Suriadikusumah, Irwandhi

Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Petanian, Universitas Padjajaran
Jl. Ir. Soekarno Km. 21 Kampus Unpad Jatinangor, Indonesia

*Penulis Korespondensi: rievansyaheka.satria@gmail.com

Abstrak

Iklim merupakan faktor yang penting dalam memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit. Sistem budidaya kelapa sawit saat ini rentan terhadap perubahan iklim. Contohnya, terjadi penurunan produksi minyak kelapa sawit global pada tahun 2015 yang disebabkan oleh El Niño-Southern Oscillation (ENSO) khususnya di Asia Tenggara. Kekeringan ekstrem membuat tanaman kelapa sawit menjadi stres air, sementara kebakaran hutan akibat kekeringan menghambat proses fotosintesis. Kajian komprehensif *Systematic Literature Review* dilakukan dengan menggunakan analisis bibliometrik, *systematic review* dan metode Meta-Analisis (PRISMA), menggunakan mesin pencari Scopus dan ScienceDirect dengan kata kunci “palm AND oil AND production AND climate AND change”, impact AND climate AND change AND palm AND oil”, palm AND oil AND adaptation AND climate AND change”, palm AND oil AND mitigation AND climate AND change”. Dari hasil tinjauan sistematik literatur ilmiah, diperoleh 1331 artikel bersumber dari Scopus dan ScienceDirect dan sebanyak 26 artikel dipilih untuk ditinjau lebih lanjut. Berdasarkan tinjauan literatur, terdapat beberapa strategi untuk meningkatkan produktivitas kelapa sawit di era perubahan iklim. Strategi tersebut dapat dilakukan dengan beberapa cara dengan berfokus pada pengelolaan agronomi, pemberian pupuk dari biomassa kelapa sawit, dan pengelolaan irigasi untuk ketersediaan air. Studi literatur ini memberikan rekomendasi strategi peningkatan produktivitas kelapa sawit dalam menghadapi perubahan iklim.

Kata kunci : bibliometrik, iklim, kelapa sawit, strategi, vosviewer

Abstract

Climate is an important factor which influences the growth and productivity of oil palm. The current oil palm cultivation system is vulnerable to climate change. For example, there was a decline in global oil palm production in 2015 due to ENSO, particularly affecting Southeast Asia. Extreme drought causes oil palm plants to experience water stress, while forest fires due to drought inhibit the photosynthesis process. A comprehensive study of the Systematic Literature Review was carried out using bibliometric analysis, systematic review and Meta-Analysis (PRISMA) methods, using the search engines Scopus and ScienceDirect with the keywords “palm AND oil AND production AND climate AND change”, “impact AND climate AND change AND coconut palm AND oil”, “palm AND oil AND adaptation AND climate AND change”, “palm AND oil AND mitigation AND climate AND change”. A thorough scientific literature review obtained 1331 papers from Scopus and ScienceDirect. Out of these, only 26 articles were selected for further examination. Based on the literature, there are several strategies for increasing oil palm productivity in the era of climate change. These strategies can be done through agronomic management, providing fertilizer from oil palm biomass, and maintaining irrigation for water availability. This literature study provides recommendations for strategies for increasing oil palm productivity in the face of climate change.

Keywords: *bibliometrics, climate, oil palm, strategy, vosviewer*

Pendahuluan

Negara-negara penghasil minyak kelapa sawit utamanya berada di Asia Tenggara, khususnya Indonesia dan Malaysia (Paterson and Nnamdi, 2018). Permintaan minyak sawit dunia telah mengalami peningkatan signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan akan biodiesel sebagai bahan bakar terbarukan, dan penggunaan minyak sawit sebagai minyak nabati industri makanan. Produksi minyak sawit dunia pada tahun 2017 mencapai 320 juta ton dengan luas area perkebunan mencapai 21,37 juta hektare. Peningkatan produksi dan perluasan kelapa sawit diperkirakan akan terus berlanjut di masa mendatang (OAE, 2018; Khatun *et al.*, 2017).

Kelapa sawit membutuhkan curah hujan yang tinggi di iklim tropis. Faktor iklim tidak hanya memengaruhi hasil panen tetapi juga dapat memengaruhi kualitas dari tanaman tersebut (Chiarawipa *et al.*, 2020). Iklim merupakan faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit, terutama dalam produksi tandan buah segar (TBS). Suhu optimal pertumbuhan adalah 24-28°C, meskipun kelapa sawit dapat beradaptasi pada suhu 15-33°C. Curah hujan optimal adalah 2.000-2.500 mm per tahun, namun tanaman ini juga dapat tumbuh baik pada 1.100-5.000 mm per tahun. Jumlah bulan kering tiap tahun menjadi faktor penting untuk menjaga pasokan air, dengan optimalnya tidak lebih dari dua bulan kering dalam setahun. Penerapan praktik budidaya yang memenuhi persyaratan iklim dapat mengoptimalkan produktivitas kelapa sawit dan hasil TBS (Fick and Hijmans, 2017).

Suhu global saat ini telah naik 0,6°C dibandingkan dengan tahun 1990-an dan diperkirakan akan meningkat hingga 4°C pada tahun 2100 (IPCC, 2017). Perubahan iklim juga berdampak pada produktivitas tanaman di Asia Tenggara dan Pasifik Selatan, khususnya akibat dari fenomena El Nino dan La Nina terutama pada negara-negara seperti Indonesia, Vietnam, Laos, dan Kamboja (Ministry of the environment Japan,

2014). Berdasarkan hal tersebut, diperlukan kajian mengenai strategi yang dapat diterapkan dalam mempertahankan produktivitas kelapa sawit pada saat terjadi perubahan iklim.

Bahan dan metode

Penelitian ini menggunakan metode *systematic literature review*, yakni pendekatan penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menyintesis secara sistematis bukti-bukti yang relevan dari studi sebelumnya. Metode ini dilakukan dengan langkah-langkah yang jelas dan terstruktur untuk memastikan hasil yang komprehensif. Setelah itu dilanjutkan dengan proses pengumpulan artikel sesuai dengan topik yang relevan dari basis data Scopus dan ScienceDirect. Analisis data artikel dilakukan menggunakan analisis bibliometrik.

Analisis Pencarian di Scopus dan ScienceDirect

Pencarian dilakukan di *database* Scopus dan ScienceDirect untuk analisis bibliometrik dan *systematic literature review*. Kriteria pencarian difokuskan pada topik yang relevan, yaitu jurnal yang membahas dampak perubahan iklim terhadap produktivitas kelapa sawit baik dalam Scopus maupun ScienceDirect. Periode publikasi yang dipertimbangkan adalah dari tahun 2020 hingga 2024 dengan tipe publikasi yang difokuskan berupa artikel penelitian. Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan kombinasi kata kunci “*palm oil*”, “*production*”, “*climate change*”, “*impact*”, “*adaption*”, dan “*mitigation*” seperti pada Tabel 1. Hasil pencarian literatur diperoleh 1331 artikel ilmiah yang terdiri dari 58 artikel yang berasal dari Scopus dan 1273 artikel yang berasal dari ScienceDirect. Dari 1331 artikel ini, 574 artikel dieliminasi karena teridentifikasi sebagai duplikasi (artikel yang sama), kemudian dilakukan penapisan berdasarkan kesesuaian topik literatur dengan mengeliminasi 659 artikel hingga terdapat 26 artikel yang digunakan untuk review.

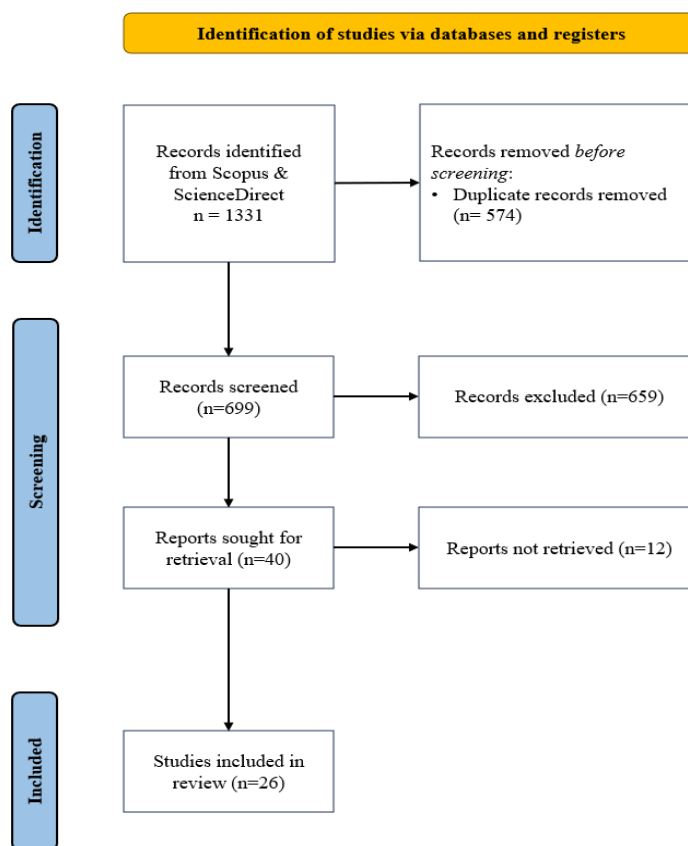
Tabel 1. Strategi pencarian untuk memilih artikel yang sesuai.

Strategi Pencarian	Scopus	Science Direct
palm AND oil AND production AND climate AND change	24	363
impact AND climate AND change AND palm AND oil	24	364
palm AND oil AND adaptation AND climate AND change	3	101
palm AND oil AND mitigation AND climate AND change	7	445
Records identified	58	1273
Setelah duplicate		699
Total review		26

Systematic literature review prisma

Berdasarkan data yang diperoleh dari Scopus dan ScienceDirect selanjutnya data tersebut dievaluasi dengan menggunakan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses*

(PRISMA) seperti pada Gambar 1. Dokumen duplikasi dieleminasi menggunakan Mendeley Reference Manager 2/107.0. *Eligibility* berdasarkan abstrak yang masuk ke dalam topik artikel. Dokumen yang tidak masuk ke dalam topik kemudian dieleminasi.



Gambar 1. *Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) flow guidelines or *Systematic Literature Review*.

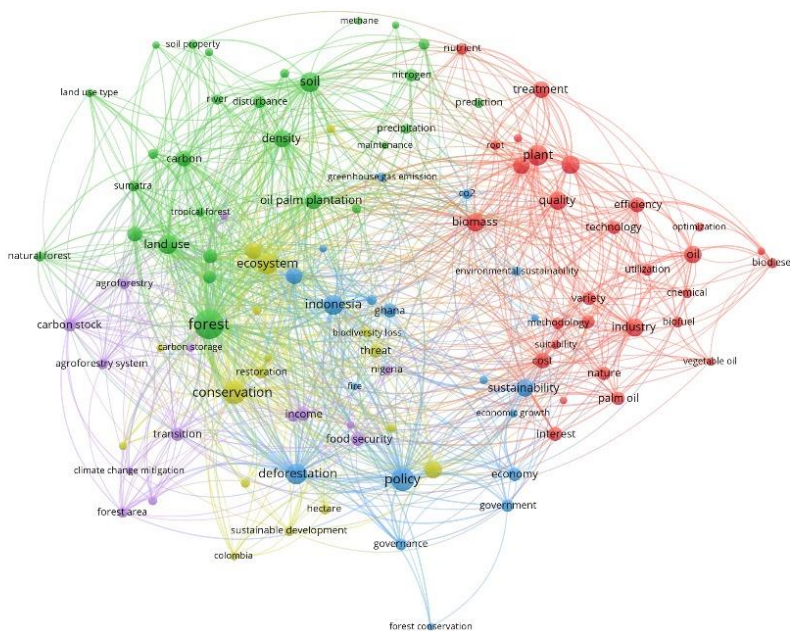
Bibliometrik Analysis VOSviewer

VOSviewer digunakan untuk menganalisis data bibliometrik dan mengungkap tema dan tren

penelitian yang muncul selama lima tahun terakhir. Gambar 2 mengilustrasikan pemetaan *co-occurrence* kata kunci yang dibuat menggunakan metode

penghitungan penuh dengan visualisasi overlay. Untuk mengidentifikasi kata kunci yang paling relevan, ambang batas kemunculan minimum ditetapkan untuk kata kunci penulis dalam artikel penelitian, sehingga menghasilkan pemilihan 78 kata kunci teratas. Istilah-istilah kunci ini memberikan gambaran yang jelas tentang arah penelitian terkini di bidang pertanian, yaitu peningkatan kelapa sawit di era perubahan iklim.

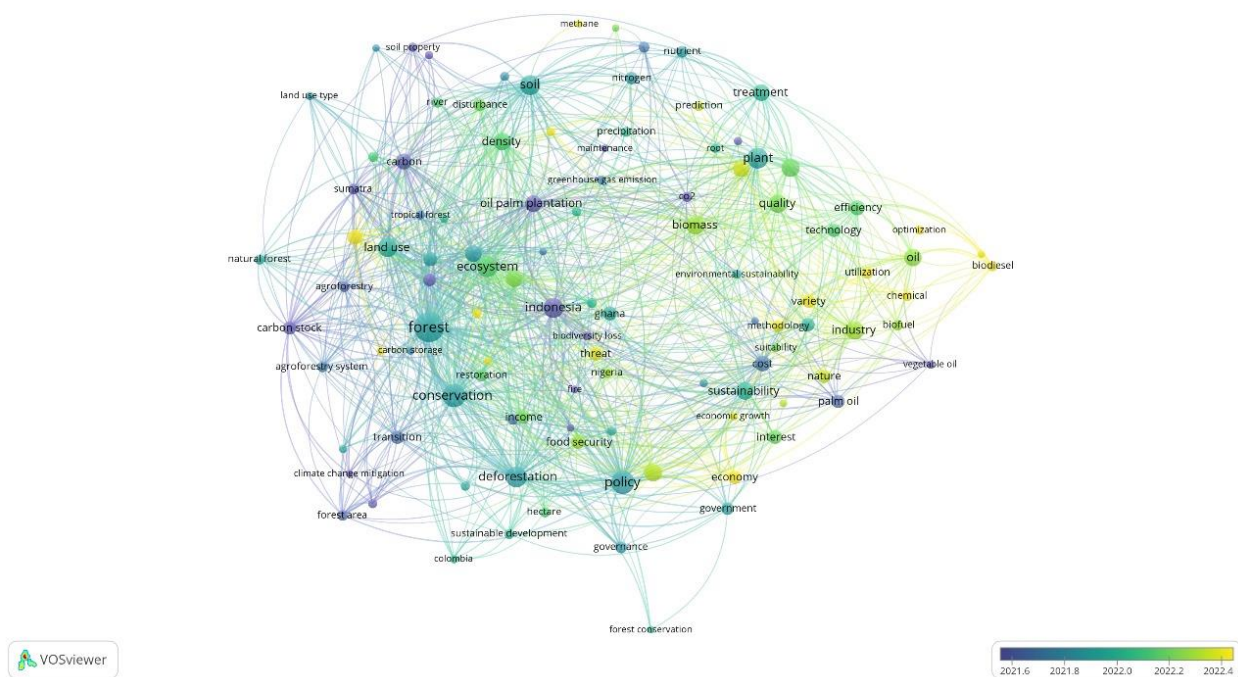
Terdapat perbedaan nyata di antara penelitian-penelitian yang berfokus pada strategi peningkatan kelapa sawit dalam menghadapi perubahan iklim, dengan topik-topik seperti restorasi, konservasi, pengurangan keanekaragaman hayati, ekosistem, ancaman, pembangunan berkelanjutan, dan penyimpanan karbon. Kata kunci “*climate change*” menjadi sentral dan menghubungkan semua tema terkait.



Gambar 2. Visualisasi jaringan dari pemetaan keterkaitan kemunculan kata kunci yang relevan terkait penelitian tentang produksi kelapa sawit dalam menghadapi perubahan iklim.

Berdasarkan hasil analisis bibliometrik, penelitian strategi peningkatan produktivitas kelapa sawit dalam perubahan iklim dikategorikan menjadi lima kelompok (Tabel 2). Semua cluster saling berhubungan, tanpa perbedaan yang signifikan antar kata kunci. Ketika mempertimbangkan timeline publikasi pada Gambar 3, dapat diamati bahwa penelitian yang berkaitan dengan peningkatan produktivitas kelapa sawit dalam perubahan iklim merupakan topik yang relatif baru, dengan penelitian yang berfokus pada dampak

perubahan iklim dan korelasinya dengan ancaman perubahan iklim, prediksi masa depan, dan pertumbuhan ekonomi lebih menonjol terhadap dampak perubahan iklim untuk produktivitas kelapa sawit akhir tahun 2022 (warna kuning). Laporan dari tahun 2023 hingga 2024 tidak muncul pada Gambar 3 karena prevalensinya yang terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah publikasi pada tahun 2023-2024 lebih rendah dibandingkan tahun 2021-2022.



Gambar 3. Visualisasi *overlay* dari pemetaan tahun publikasi yang terkait dengan penelitian tentang kelapa sawit dalam menghadapi perubahan iklim.

Tabel 2. Pilihan istilah yang disusun dalam kelompok-kelompok sesuai dengan analisis data tekstual.

Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
<i>biomassa, plant, quality, technology, root, nutrient, treatment, efficiency, optimization, oil, biodiesel, variety, methodology, nature, palm oil, interest, vegetable oil, biofuel, biodiesel, chemical, suitability, cost, utilization</i>	<i>forest, land use, oil palm plantation, natural forest, sumatra, land use type, tropical forest, carbon, density, river, disturbance, soil, soil property, methane, nutrient</i>	<i>policy, deforestation, sustainability, Indonesia, Ghana, economy, government, forest conservation, fire, greenhouse gas emission, co2, economic growth, environmental sustainability, governance</i>	<i>ecosystem, biodiversity loss, threat, restoration, hectare, sustainable development, colombia, carbon storage</i>	<i>food security, income, transition, agroforestry, carbon stock, agroforestry system, climate change mitigation, forest area, Nigeria</i>

Hasil dan Pembahasan

Dari 26 artikel yang dikaji dalam penelitian ini, empat di antaranya membahas tentang pemodelan iklim, tujuh artikel mengenai pengelolaan air, enam artikel tentang pemanfaatan biomassa kelapa sawit, tujuh artikel terkait pengelolaan agronomi, dan dua artikel membahas kebijakan pemerintah untuk pengelolaan kelapa sawit yang berkelanjutan. Dari 26 artikel yang dikaji, ditemukan lima strategi peningkatan kelapa sawit, yakni pemodelan climex, pengelolaan agronomi, pemanfaatan biochar dari limbah atau biomassa

kelapa sawit, pemberian pupuk kompos dari tandan kosong kelapa sawit, dan sistem irigasi sprinkler.

Dampak Perubahan Iklim Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit

Perubahan iklim akan memengaruhi respons fenologis pohon kelapa sawit selama musim tanam (Chiarawipa *et al.*, 2020). Sistem budidaya kelapa sawit saat ini rentan terhadap perubahan iklim, dengan penurunan produksi global pada tahun 2015 akibat ENSO. Akibatnya, kelapa sawit menghadapi kekeringan ekstrem

membuat tanaman menjadi stres air dan kebakaran hutan akibat kekeringan menghambat dari proses fotosintesis. (Rival 2017; Meijidi *et al.*, 2018).

Tanaman kelapa sawit sangat rentan terhadap kekeringan (Dislich *et al.*, 2017). Hasil penelitian Fleiss *et al.* (2022) menunjukkan adanya pengaruh terhadap hasil panen kelapa sawit di perkebunan komersial Malaysia, dengan produktivitas lebih tinggi pada suhu lebih tinggi namun hasil bervariasi tergantung kepada tahap perkembangan buah dalam merespons curah hujan.

Hasil panen kelapa sawit dapat menurun hingga 30% jika suhu meningkat 2°C di atas suhu optimum dan curah hujan berkurang 10% di Malaysia. Perubahan iklim diperkirakan menyebabkan penurunan produksi minyak sawit mentah sebesar 26,3% di Malaysia Selatan, serta 10-30% penurunan produksi minyak kelapa sawit di Asia Tenggara akibat kekeringan. Negara-negara produsen kelapa sawit diproyeksikan akan menghadapi peningkatan ketidak-pastian terkait perubahan iklim di masa depan (Paterson *et al.*, 2015).

Strategi Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit di Era Perubahan Iklim

1. Pemodelan climex perlu dilakukan yang bertujuan untuk memproyeksikan potensi sebaran suatu spesies di suatu lokasi berdasarkan dari dampak perubahan iklim pada perkebunan kelapa sawit di masa yang akan datang pada tingkat regional serta memprediksi penyakit yang sering menyerang kelapa sawit (Paterson, 2022 ; Paterson and Nnamdi 2023), sehingga para petani bisa lebih mempersiapkan dan mengetahui prediksi sebaran spesies yang menjadi hama kelapa sawit yang akan menyerang akibat dari perubahan iklim pada masa yang akan datang. Pemodelan climex mampu menyediakan iklim masa depan yang cocok untuk menanam kelapa sawit seperti yang sudah dilakukan di Nigeria (Paterson *et al.*, 2016).
2. Produktivitas hasil yang rendah di era perubahan iklim dapat dapat diatasi dengan melakukan pengelolaan agronomi yang lebih baik seperti penggunaan bibit bersertifikat atau unggul yang tahan terhadap kekeringan atau stres air dan tahan terhadap curah hujan yang tinggi, pemberian pupuk, pengendalian gulma,

serta pemangkasan dan panen secara teratur sehingga dapat meningkatkan produktivitas kelapa sawit dan akan menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi bagi petani (Monzon *et al.*, 2023).

3. Pemanfaatan biochar dari limbah atau biomassa kelapa sawit terutama dari serat mesokarp dan tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai media tanam pada saat pembibitan yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan bibit kelapa sawit, penggunaan biochar memengaruhi ukuran lingkaran maupun dari tinggi tanaman, meningkatkan jumlah daun dan pelepah. Biochar dari biomassa kelapa sawit juga dapat meningkatkan serapan unsur hara makro dan mikro oleh kelapa sawit terutama pada saat pembibitan (Tugiman *et al.*, 2024).
4. Pemberian pupuk kompos dari tandan kosong kelapa sawit dapat menggantikan unsur hara yang hilang, sehingga membantu mengurangi biaya terkait dengan penggunaan pupuk sintetis. Selain itu, untuk menghadapi perubahan iklim, tandan kosong kelapa sawit ini dapat dimanfaatkan sebagai mulsa organik yang dapat menahan laju evapotranspirasi, mengoptimalkan pH, merangsang aktivitas enzim tanah, meningkatkan nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman, dan meningkatkan kualitas tanah (Buafu *et al.*, 2020).

Penelitian Brum *et al.* (2021) di perkebunan kelapa sawit Amazon, Brazil menunjukkan bahwa kelapa sawit sangat sensitif terhadap stres air akibat kekeringan ekstrem yang disebabkan ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*) yaitu fenomena iklim yang melibatkan fluktuasi suhu permukaan laut di Samudra Pasifik bagian tropis yang akan memengaruhi pola cuaca global. Penambahan pasokan air dapat meningkatkan produktivitas kelapa sawit selama kekeringan ekstrem. Sistem irigasi *sprinkler* direkomendasikan sebagai solusi yang lebih efektif dibandingkan sistem irigasi tetes untuk meningkatkan produktivitas di bawah kondisi kekeringan ekstrem.

Dukungan Pihak Pemerintah dalam Menghadapi Perubahan Iklim

Pemerintah perlu menjadi garda terdepan dalam menghadapi situasi perubahan iklim yang semakin serius, terutama untuk mendukung para pelaku budidaya kelapa sawit yaitu petani kecil.

Hasil penelitian Monzon *et al.*, (2023), menunjukkan bahwa petani swadaya kelapa sawit di Indonesia umumnya mengelola lahan kecil, dengan rata-rata luas hanya 3,1 hektar, jauh di bawah kategori petani kecil yang ditetapkan sebesar 25 hektar. Selain itu, tingkat pendidikan yang rendah membuat mereka lebih mengandalkan pengalaman pribadi atau petani lain sebagai sumber informasi agronomi. Akses pupuk yang tidak merata, penanaman dengan kepadatan pohon yang terlalu rapat, dan interval panen yang terlalu singkat juga menjadi masalah umum. Penggunaan bibit yang tidak tahan terhadap perubahan iklim memperparah situasi ini, yang pada akhirnya berdampak pada rendahnya produktivitas kelapa sawit.

Dukungan oleh pemerintah dengan program pengembangan riset saat ini perlu dilakukan dengan fokus pada peningkatan manajemen agronomi di tingkat petani kecil. Pemerintah juga harus lebih memperhatikan dan memprioritaskan pemberdayaan petani-petani kecil kelapa sawit, kegiatan penyuluhan kepada petani kecil secara rutin juga perlu dilaksanakan.

pertumbuhan dan perkembangan sektor kelapa sawit yang berkelanjutan dapat dicapai dengan beberapa langkah strategi yang dapat diimplementasikan oleh pemerintah. Pemerintah perlu menunda dan menghentikan deforestasi hutan tropis, selanjutnya pemerintah dapat menerapkan kebijakan manajemen hijau dan standar lingkungan yang ketat untuk sektor kelapa sawit, langkah-langkah ini diharapkan dapat mendorong praktik-praktik perkebunan kelapa sawit yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam waktu yang panjang (Nurhayati *et al.*, 2022).

Kesimpulan

Banyak permasalahan yang ditimbulkan akibat dari perubahan iklim di masa depan yang berpengaruh terhadap produktivitas kelapa sawit. Pemerintah perlu menjadi ujung tombak dalam menghadapi perubahan iklim ini, selain itu strategi yang dapat diterapkan dalam menghadapi perubahan iklim untuk meningkatkan produktivitas kelapa sawit baik untuk sekarang atau di masa depan. Pemodelan climex untuk memprediksi iklim dan spesies hama dan penyakit yang akan menyerang pada masa depan, pengelolaan

agronomi yang baik, Pemanfaatan biochar dari limbah atau biomassa kelapa sawit dapat digunakan untuk pembibitan agar serapan unsur hara meningkat, pemberian pupuk kompos dari tandan kosong kelapa sawit untuk menggantikan unsur hara yang hilang, penerapan mulsa organik dari tandan kosong kelapa sawit untuk menahan laju evapotransportasi, dan sistem irigasi sprinkler untuk menjaga ketersediaan air pada saat kekeringan ekstrem. Implementasi strategi tersebut dapat membantu meningkatkan produktivitas kelapa sawit di era perubahan iklim.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Marenda Ishak Sonjaya Sule dan seluruh dosen mata kuliah Agroklimatologi yang telah membantu pelaksanaan penulisan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Buafo, K. D., Boonsong, K., Somrak, P., Bright, E. O., and Prince, N. A. 2020. Effect of Organic Soil Amendments on Soil Quality in Oil Palm Production. *Applied Soil Ecology*. 147. 1-9.
- Brum, M., Rafael, S. O., Jose, G. L., Julian, L., Thomas. P., Gilson, S. C., Ricardo, S. T., and Heidi, A. 2021. Effects of Irrigation On Oil Palm Transpiration During ENSO-induced Drought in The Brazilian Eastern Amazon. *Agricultural Water Management*.
- Chiarawipa, R. C., Kanjaya, T. and Sayan, S. 2020. Assesing Impact of Weather Changing Climate On Oil-Palm Yeild in Major Growing Regions of Southern Thailand. *Journal of Agrometeorology*. 22(3). 274-282.
- Dislich, C., Alexander, C. K., Jan, S., Yael, K., Katrin, M. M., Mark, A., Andrew, D. B., Marife, D. C., Kevin, D., Heiko, F., Bastian, H., Stephan, K., Alexander, K., Holger, K., Ana, M., Fuad, N., Fenna, O., Guy, P., Stefanie, S., Suria, T., Merja, H. T., Teja, T. and Kerstin, W. 2017. A Review of the Ecosystem in Oil Palm Plantations, Using Forests as a Reference System. *Biological Reviews*. 92(3). 1539-1569.
- Fick, E. S., and Robert, J. H. 2017. Worldclim 2: New 1-km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global Land Areas. *International Journal of Climatology*. 37(12). 4302-4315.
- Fleiss, S., Colin, J. M., Henry, K., and Jane, K. H. 2022. Limited Impact of Climate Conditions on Commercial Oil Palm Yields in Malaysian Plantations. *CABI Agriculture and Bioscience*. 3(59). 1-18.

- IPCC. 2007. Climate Change 2007 Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change Core Writing Team IPCC.
- Khatun, R. Mohammad, I. H. R., Muhmmad, M. and Zahira, Y. 2017. Sustainable Oil Palm Industry: The Possibilities. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 76. 608-619.
- Ministry of the Environment Japan. 2014. History and Current State of Waste Management in Japan. 1-32.
- Monzon, J. P., Ya, Li. L., Fatima, A. T., Rana, F., Iput, P., Hendra, S., Christopher, R. D., Juan, I. R. E., Suroso, R., Fahmuddin, A., Maja, A. S., Mink, Z., Shofia, S., Fakhrizal, N., Denni, N., Nadib, U., Nurul, L. W., Nurbaya, Z. and Patricio, G. 2023. Agronomy Explains Large Yield Gaps In Smallholder Oil Palm Fields. 210. 1-13.
- Nurhayati, Asmanizar., Rizal, A., Kartika, E. and Hartina, B. 2022. Analysis of Agronomy and Environmental Impacts of Palm Oil Production: Evidence from Indonesia. AgbioForum. 24(1). 193-204.
- OAE (Office of Agricultural Economics). 2018. Agricultural Statistics of Thailand.
- Paterson, R. R. M., and Nnamdi, I. C. 2023. Climate Refuges in Nigeria for Oil Palm in Response to Future Climate and Fusarium Wilt Stresses. Plants. 12(4). 764.
- Paterson, R. R. M. 2022. Future Scenarios for Fusarium Wilt Disease and Mortality of Oil Palm in Nigeria, Ghana, and Cameroon, Extrapolated to Malaysia and Indonesia. Eur J Plant Pathol. 162. 105-117.
- Paterson, R. R. M., L, Kumar., F, Shabani. and N, Lima. 2016. World Climate Suitability Projections to 2050 and 2100 for Growing Oil Palm. The Journal of Agricultural Science. 155(5). 689-702.
- Paterson, R. R. M., Lalit, K., Subhashni, T. and Nelson, L. 2015. Future Climate Effect on Suitability for Growth of Oil Palm in Malaysia and Indonesia. Sci Rep. 5(14457). 1-9.
- Rival, A. 2017. Breeding the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) for Climate Change. Oilseeds & Fats, Crops and Lipids .24(1). 1-7.
- Tugiman, E. S., Yusoff, M. Z. M., Hassan, M. A., Abd Samad, M. Y., Farid, M. A. A., & Shirai, Y. (2024). Assessing the efficacy of utilizing biochar derived from oil palm biomass as a planting medium for promoting the growth and development of oil palm seedlings. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 58, 103203.