

Dampak Perubahan Iklim dan Hubungan Unsur Iklim Dengan Produktivitas Pala di Pulau Hatta

Amina F.S. Tuanaya^{1*}, Johan Riry²⁾, dan Rhony E. Ririhena²⁾

¹⁾Program Pascasarjana Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Kampus Poka, Ambon.

²⁾Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Jl. Ir. M. Putuhen, Kampus Poka, Ambon.

* Koresponden : Saphiratuanayaix2@gmail.com

ABSTRAK

Dampak perubahan iklim berpengaruh terhadap produktivitas tanaman pala. Penelitian ini bertujuan melihat dampak perubahan iklim dan hubungan unsur iklim dengan produktivitas tanaman pala. Penelitian ini merupakan penelitian survei menggunakan teknik random sampling, pengambilan sampel yang diambil sebanyak 30 sampel petani. Analisis yang dilakukan yaitu analisis curah hujan pada kondisi ekstrem menggunakan data curah hujan 30 tahun terakhir Periode (1994-2023) serta analisis hubungan unsur-unsur iklim dengan produktivitas tanaman pala. Pengujian unsur-unsur iklim dengan produktivitas tanaman pala menggunakan analisis regresi yang ada pada aplikasi minitab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya dampak perubahan iklim yang ditandai dengan kejadian El Nino dan La Nina. Dimana terjadi penurunan jumlah curah hujan sebesar 50% pada tahun 2015 dan peningkatan curah hujan sebesar 67% pada tahun 2017 serta ditemukan adanya hubungan unsur iklim yang berpengaruh terhadap produktivitas tanaman pala yaitu lama penyinaran matahari.

Kata Kunci: Perubahan iklim, produktivitas, Pulau Hatta

The impact of climate change and the relationship between climate elements and nutmeg productivity on Hatta Island

ABSTRACT

The impact of climate change affects the productivity of nutmeg plants. This research aims to look at the impact of climate change and the relationship between climate elements and the productivity of nutmeg plants. This research is a survey research using random sampling techniques, taking samples from 30 farmers. The analysis carried out was an analysis of rainfall in extreme conditions using rainfall data for the last 30 years of the period (1994-2023) as well as an analysis of the relationship between climate elements and the productivity of nutmeg plants. Testing climate elements and nutmeg productivity using regression analysis in the Minitab application. The research results show that there is an impact of climate change which is characterized by El Nino and La Nina events. Where there was a decrease in the amount of rainfall by 50% in 2015 and an increase in rainfall by 67% in 2017 and it was found that there was a relationship between climate elements that influenced the productivity of nutmeg plants, namely the length of sunlight.

Keywords: Climate change; Hatta island; Productivity

PENDAHULUAN

Sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim karena berpengaruh terhadap pola tanam, waktu tanam, produksi dan kualitas hasil. Iklim erat hubungannya dengan perubahan cuaca dan pemanasan global karena dapat menurunkan produksi pertanaman antara 5-20%^[1]. Perubahan iklim merupakan suatu kondisi yang ditandai

dengan berubahnya pola iklim dunia yang mengakibatkan fenomena cuaca yang tidak menentu. Perubahan iklim terjadi karena adanya perubahan variabel iklim, seperti suhu udara dan curah hujan yang terjadi secara terus menerus dalam jangka waktu yang panjang antara 50 sampai 100 tahun ^[1,2].

Perubahan iklim global merupakan isu lingkungan yang telah menjadi mainstream dunia internasional. Fenomena perubahan

iklim memberikan berbagai dampak yang berpengaruh penting terhadap keberlanjutan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Terdapat dampak buruk perubahan iklim terhadap sistem fisik dan biologis di sebagian besar benua di seluruh dunia selama beberapa dekade terakhir. Produksi pertanian global telah menurun sebesar 1–5% per dekade akibat perubahan iklim^[3].

Fenomena ini berdampak terhadap peningkatan intensitas badai tropis, perubahan pola presipitasi, salinitas air laut, perubahan pola angin, masa reproduksi hewan dan tanaman, distribusi spesies dan ukuran populasi dan frekuensi serangan hama penyakit tanaman^[4,5]. Interaksi berbagai faktor perubahan iklim serta respons tindakan yang dilakukan petani dan pengambil kebijakan pertanian akan menentukan masa depan pertanian Indonesia dan tingkat penghidupan masyarakat serta tingkat kesejahteraan bangsa^[6].

Dampak perubahan iklim yang menonjol terhadap tanaman perkebunan, seperti kelapa sawit, karet, kakao, pala, kopi dan tebu adalah penurunan produksi akibat perubahan pola curah hujan dan kejadian iklim ekstrim. Kekeringan sangat berpengaruh terhadap produktivitas dan kualitas hasil kelapa sawit, karet, kakao, pala, kopi, dan tebu^[7].

Pulau Banda merupakan sentra produksi tanaman pala di Provinsi Maluku. Disisi lain, tanaman pala merupakan salah satu komoditi strategis di Maluku maupun pada tingkat nasional. Curah hujan dan suhu udara merupakan dua faktor iklim utama terhadap produksi tanaman pala^[8,9]. Iklim perlu mendapat perhatian yang lebih serius mengingat pengaruhnya terhadap hampir semua aspek pertanian, sehingga sangat berperan terhadap perencanaan jangka pendek maupun jangka panjang, terlebih lagi pada kondisi terjadinya perubahan iklim atau kejadian iklim ekstrim.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk melihat dampak perubahan iklim dan hubungan unsur iklim dengan produktivitas pala.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Pulau Hatta. Penelitian ini berlangsung pada bulan Juli – September 2024. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu data iklim (curah hujan, suhu, kelembapan udara, penyinaran matahari dan angin) serta data hasil wawancara.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu GPS, laptop, camera, dan alat tulis menulis.

Penelitian ini merupakan penelitian survei untuk mengumpulkan data baik berupa pengamatan langsung di lapangan maupun tidak langsung. Pengambilan titik sampel koordinat untuk peta dan pengambilan sampel dengan metode random sampling. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil 30 petani sampel. Data sekunder berupa data iklim dari Stasiun Meteorologi Kelas III Banda Neira periode 1994-2023 dan data primer melalui wawancara mendalam untuk memperoleh informasi tentang produksi atau produktivitas pala.

Analisis data

Analisis data dilakukan untuk melihat perubahan iklim (curah hujan) dan hubungan unsur iklim dan produktivitas tanaman pala.

Analisis curah hujan pada kondisi ekstrim

Analisis menggunakan data *time series* curah hujan 30 tahun terakhir (periode 1994-2023) Penentuan kondisi curah hujan ekstrim setiap tahunnya berupa nilai curah hujan di atas normal dan dibawah normal sesuai standar BMKG (2012), yaitu:

- a. Curah hujan di bawah normal adalah curah hujan yang kurang dari 0,85 dikalikan nilai curah hujan rata-rata (normal), dan
- b. Curah hujan di atas normal adalah curah hujan yang lebih besar dari 1,15 dikalikan nilai curah hujan rata-rata (normal).

Kejadian curah hujan di atas dan di bawah normal setiap tahunnya kemudian disesuaikan dengan tahun-tahun kejadian El-Nino dan La-Nina di Indonesia (data ENSO History Zona NINO 3.4) untuk menentukan tahun-tahun kejadian El-Nino dan La Nina di lokasi penelitian.

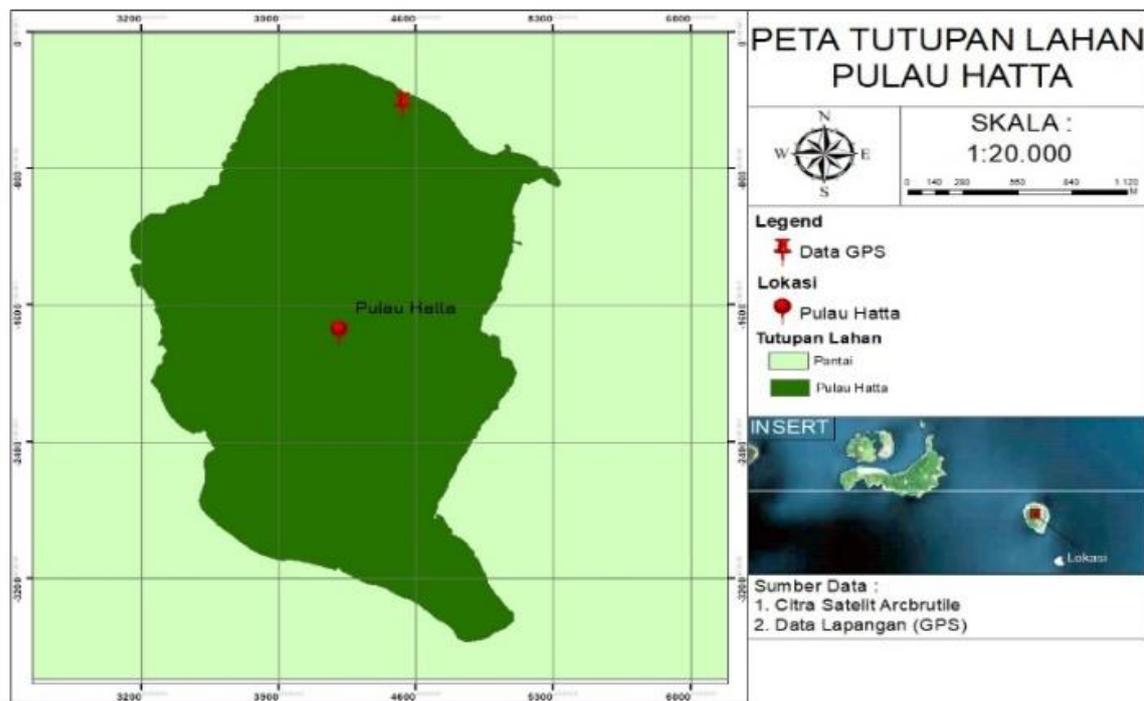
Hubungan unsur iklim dengan produktivitas tanaman pala

Analisis regresi digunakan untuk memprediksi hubungan dua fungsional variabel, kedua hubungan tersebut dalam kaitannya adalah variabel tak bebas (Y: produktivitas pala; kg/ha) dan variabel bebas (X: unsur iklim berupa curah hujan, suhu

udara, kelembaban udara, lama penyinaran matahari, dan kecepatan angin). Data produktivitas pala yang digunakan untuk dianalisis diperoleh dari Balai Penyuluhan Pertanian di Kecamatan Banda. Pada hubungan unsur iklim dengan produktivitas tanaman pala, dapat diketahui dengan menganalisis data unsur iklim dan data produktivitas pala 14 tahun terakhir (2010-2023). Dengan rumus: $Y = a + bn X_n$, dimana Y = Produktivitas Pala (kg/ha), X = unsur iklim, a = konstanta, dan b = koefisien regresi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum lokasi penelitian



Gambar 1. Lokasi penelitian

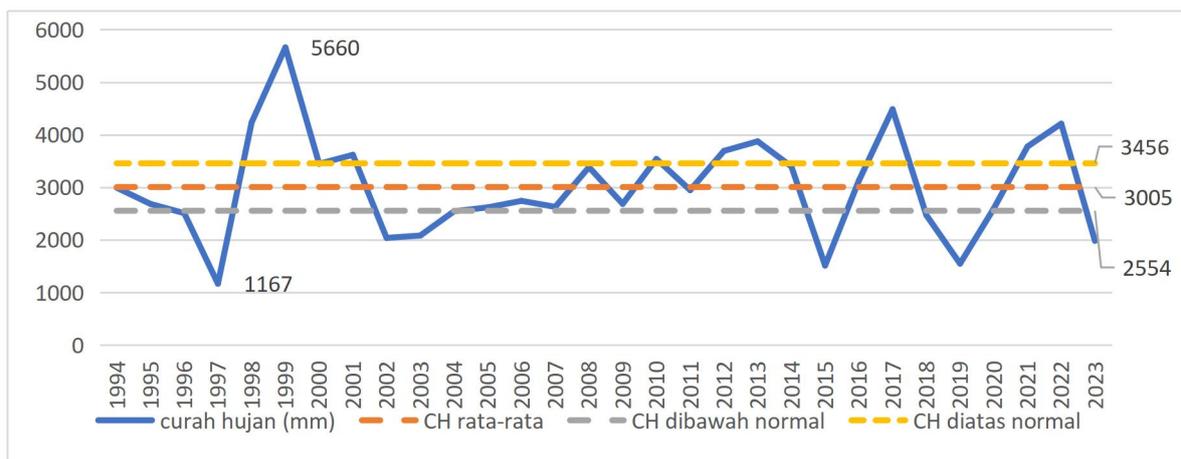
Pulau Hatta secara astronomis terletak pada posisi: $129,976631^\circ$ lintang selatan atau lintang utara dan $-4,634657^\circ$ bujur timur atau bujur barat. Termasuk dalam wilayah pemerintahan Kecamatan Banda terletak di Pulau Banda Provinsi Maluku. Secara administratif, wilayah ini terletak di sebelah Utara berbatasan dengan Laut Banda, di sebelah Selatan berbatasan

dengan Laut Banda, di sebelah Timur berbatasan dengan Laut Banda, dan di sebelah Barat berbatasan dengan Laut Banda.

Kondisi Ekstrem Curah Hujan Pulau Hatta

Berdasarkan analisis data curah hujan selama 30 tahun terakhir, yaitu dari tahun 1994 hingga 2023, terlihat bahwa curah hujan tahunan di Pulau Hatta bervariasi. Curah

hujan terendah tercatat pada tahun 1997 dengan 1.167 mm (tahun terkering), sementara curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 1999 sebesar 5.660 mm (tahun terbasah). Rata-rata curah hujan tahunan (normal) selama periode tersebut adalah 3.005 mm.



Gambar 2. Distribusi curah hujan Pulau Hatta

Tabel 1. Sifat hujan di Pulau Hatta periode 1994-2023

Sifat hujan	Tahun kejadian
Normal	1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016, 2019, 2020
Di bawah normal	1997, 2002, 2004, 2015, 2018, 2023
Di atas normal	1998, 1999, 2010, 2017, 2021, 2022

Sumber: data curah hujan Pulau Hatta

Selama periode 1994-2023 telah terjadi penyimpangan curah hujan di atas kondisi normal sebanyak 6 kali, yakni pada tahun 1998, 1999, 2010, 2017, 2021 dan 2022. Kemudian penyimpangan curah hujan di bawah kondisi normal sebanyak 6 kali, yakni pada tahun 1997, 2002, 2004, 2015, 2018 dan 2023 (Gambar 2). Dengan demikian dalam periode 30 tahun terakhir tersebut, sebanyak 40 % telah terjadi penyimpangan curah hujan dari kondisi normalnya, dimana curah hujan pada kondisi normal terjadi sebanyak 60% (18 tahun), yaitu: 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016, 2019 dan 2020. Jika dilihat dari data penyimpangan curah

hujan pada kondisi curah hujan di bawah normal sangat beresiko terhadap kejadian kekeringan atau kekurangan air. Sementara itu kondisi curah hujan di atas normal juga sangat beresiko terhadap kejadian banjir/genangan akibat kelebihan air.

Hubungan Curah Hujan Terhadap Produktivitas Tanaman Pala

Iklim merupakan salah satu faktor utama yang mendukung proses produksi dan pertumbuhan tanaman pala. Pulau Hatta masuk ke dalam daerah Agro-Klimatik III.3, karena termasuk bagian pulau-pulau kecil Laut Banda yang memiliki puncak curah

hujan yang nyata dalam bulan Mei sampai Juni^[10].

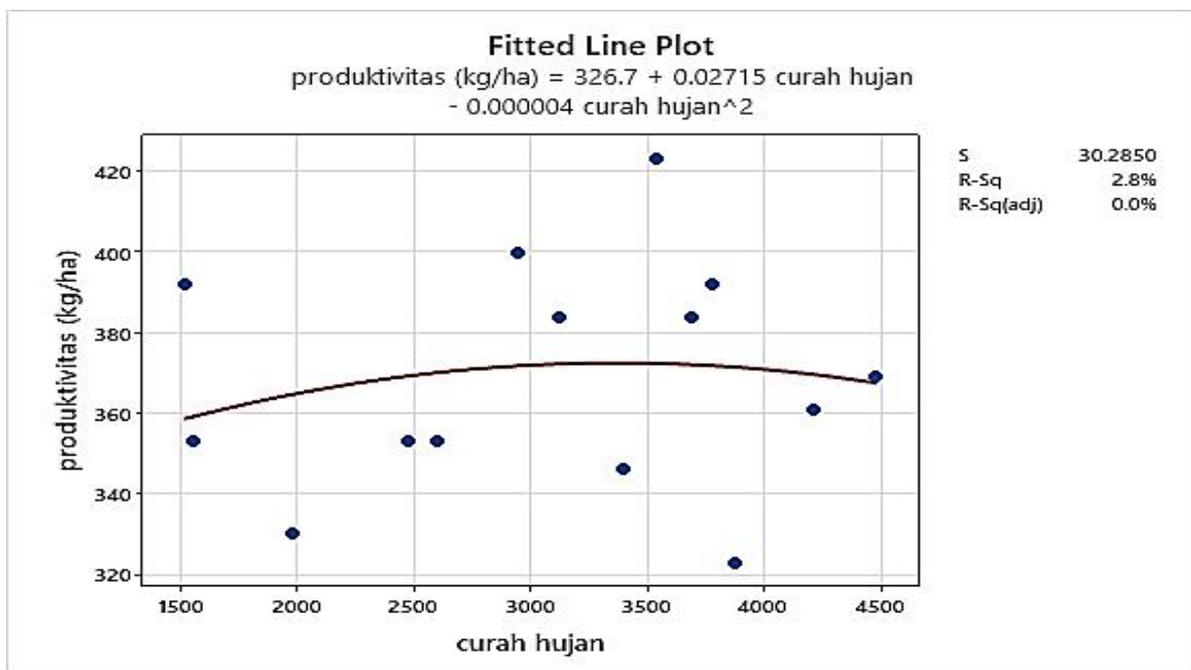
Iklim sangat berpengaruh terhadap budidaya tanaman pala. Fenomena dampak perubahan iklim yang terjadi akhir-akhir ini seperti El Nino telah mengakibatkan kemarau yang berkepanjangan. Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya evapotranspirasi yang tinggi sehingga suhu dalam tanah meningkat dan terjadi cekaman ketersediaan air. Tanaman dengan volume akar yang besar mampu mengabsorpsi air lebih banyak sehingga mampu bertahan pada kondisi kekurangan air^[11,12]. Tanaman yang mengalami cekaman menjadi lemah dan mudah terserang hama dan penyakit^[13]

Kejadian El Nino dengan intensitas kuat (curah hujan dibawah normal) pada tahun 2015 dengan jumlah curah hujan 1513 mm dengan presentase penurunan sebesar 50% dari kondisi normalnya sangat dirasakan dampaknya di berbagai wilayah di Indonesia, termasuk di Pulau Hatta diantaranya, berdampak langsung terhadap berkurangnya ketersediaan air tanah dan berdampak lanjut

terhadap terhambatnya pertumbuhan hingga produksi tanaman yang rendah.

Kejadian La Nina dengan intensitas kuat (curah hujan di atas normal) pada tahun 2017 dengan jumlah curah hujan 4.484 mm dan presentase peningkatan sebesar 67% juga sangat dirasakan di berbagai wilayah di Indonesia termasuk di Pulau Hatta. Kejadian La Nina berdampak langsung terhadap produktivitas pala. Hal ini diakibatkan karena curah hujan yang terjadi pada tahun 2017 sudah terbilang melampaui ambang batas untuk pertumbuhan tanaman pala. Curah hujan yang baik bagi pertumbuhan tanaman pala adalah sekitar 2.175-3.550 mm/tahun^[14].

Hubungan antara curah hujan dengan produktivitas tanaman pala di Pulau Hatta, dengan persamaan $326,7 + 0,02715x - 0,000004x^2$. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 2,8% menunjukkan bahwa perubahan curah hujan sebagai variabel bebas hampir tidak memberikan pengaruh terhadap produktivitas tanaman pala sebagai variabel terikat. Hal ini juga diperkuat dengan nilai Fhitung yang lebih kecil dari Ftabel ($0,15 < 3,98$) (Gambar 3).



Gambar 3. Hubungan curah hujan dengan produktivitas pala di Pulau Hatta

Hubungan Suhu Terhadap Produktivitas Tanaman Pala

Perubahan suhu udara di lokasi penelitian menurut Stasiun Meteorologi Kelas III Banda Neira selama 14 tahun terakhir sudah berada dalam kisaran yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman pala. Hal ini karena

tanaman pala dapat tumbuh optimal pada suhu yang tidak terlalu rendah maupun terlalu tinggi. Hal ini selaras dengan pendapat Solehudin^[15] yang mengatakan bahwa suhu udara yang cocok untuk pertumbuhan tanaman pala berkisar antara 20-30°C (Tabel 2).

Tabel 2. Suhu udara dan produktivitas pala

Tahun	Suhu Udara (°C)	Produktivitas pala (kg/ha)
	Pulau Hatta	Pulau Hatta
2010	27.7	423
2011	27.3	400
2012	27.2	384
2013	27.4	323
2014	27.4	346
2015	27.4	392
2016	27.8	384
2017	27.5	369
2018	28.0	353
2019	27.7	353
2020	27.8	353
2021	27.9	392
2022	27.8	361
2023	27.9	330

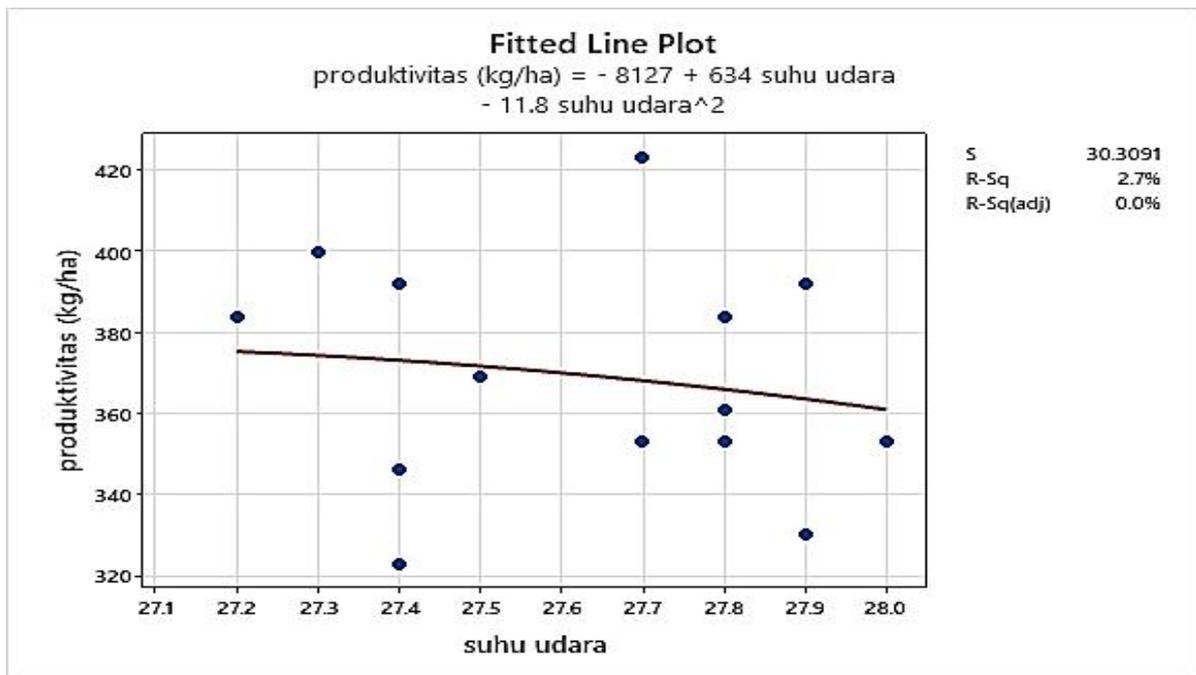
Faktor suhu dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman, apabila suhu yang dihasilkan tinggi maka dapat mengakibatkan berkurangnya ketersediaan air

pada tanaman dan didalam tanah. Dampak pemanasan global yang diakibatkan oleh berlebihnya konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer yang diikuti dengan peningkatan

suhu di udara dapat berpengaruh pada produktivitas komoditi pertanian tahunan^[16].

Hasil dari uji regresi yang telah dilakukan di Pulau Hatta menunjukkan bahwa variabel suhu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap variabel produktivitas dengan

nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,027 yang artinya pengaruh suhu terhadap produktivitas sebesar 2,7% dengan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu ($0,15 < 3,98$) (Gambar 4).



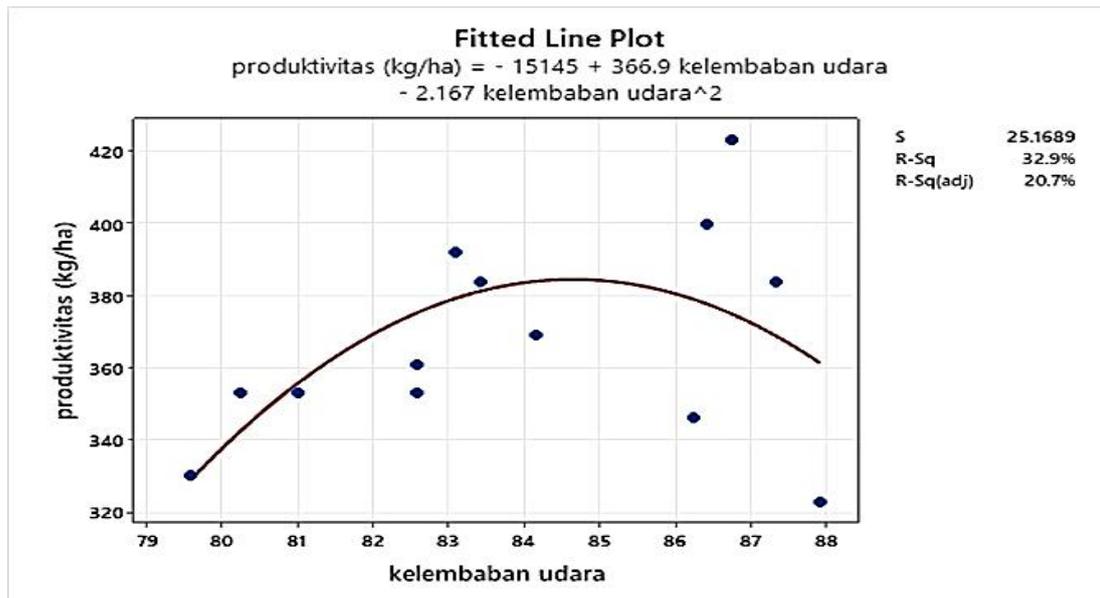
Gambar 4. Hubungan suhu udara dengan produktivitas tanaman pala di Pulau Hatta

Hubungan Kelembapan Udara Terhadap Produktivitas Tanaman Pala

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh tingkat kelembapan. Jika kelembapan lingkungan tidak berada dalam kisaran yang sesuai, maka pertumbuhan tanaman dapat terganggu. Setiap jenis tanaman membutuhkan tingkat kelembapan udara yang

berbeda untuk mencapai pertumbuhan yang optimal.

Hasil uji regresi di Pulau Hatta memperlihatkan bahwa kelembapan udara tidak memberikan pengaruh nyata terhadap variabel produktivitas dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 32,9 % dengan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu ($2,69 < 3,98$) (Gambar 5).



Gambar 5. Hubungan kelembapan dengan produktivitas tanaman pala di Pulau Hatta

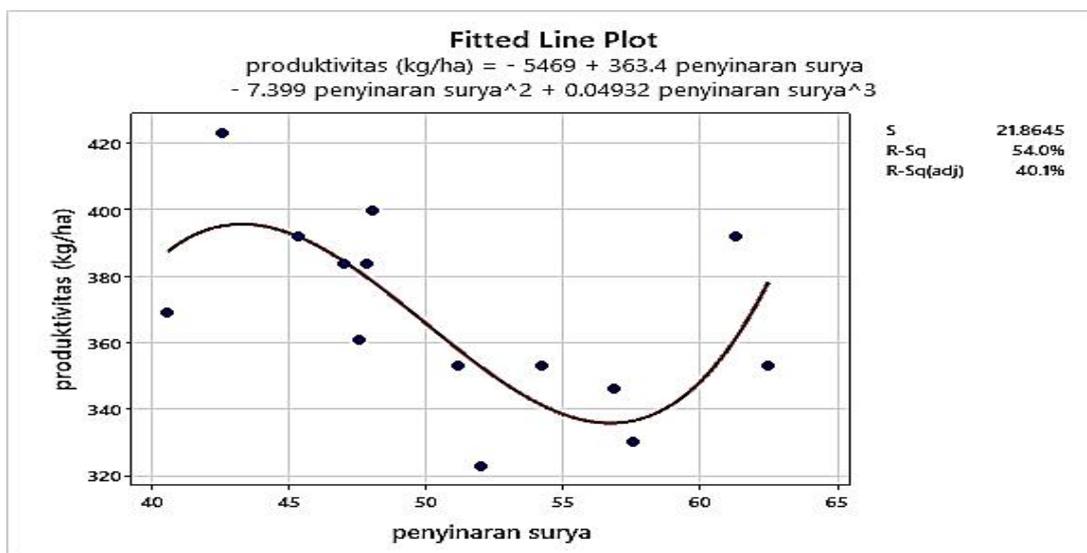
Hubungan Lama Penyinaran Matahari Terhadap Produktivitas Tanaman Pala

Sinar matahari adalah sumber energi untuk berbagai proses yang berlangsung di permukaan bumi. Khususnya bagi tumbuhan, yang merupakan organisme autotrof, sinar matahari mendukung kemampuan mereka menghasilkan makanan bagi makhluk hidup lain dalam bentuk zat organik melalui proses fotosintesis dan fotorespirasi.

Intensitas cahaya matahari menunjukkan pengaruh primer pada

fotosintesis, dan pengaruh sekundernya pada morfogenetik. Pengaruh terhadap morfogenetik hanya terjadi pada intensitas rendah. Pengaruh cahaya memiliki arti penting bagi pertumbuhan tanaman, terutama peranannya dalam kegiatan-kegiatan fisiologis^[17].

Hasil pengujian regresi di Pulau Hatta terhadap lama penyinaran matahari dengan produktivitas pala berpengaruh nyata dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 54,0 % dengan nilai Fhitung > Ftabel (4,43 > 3,71) (Gambar 6).



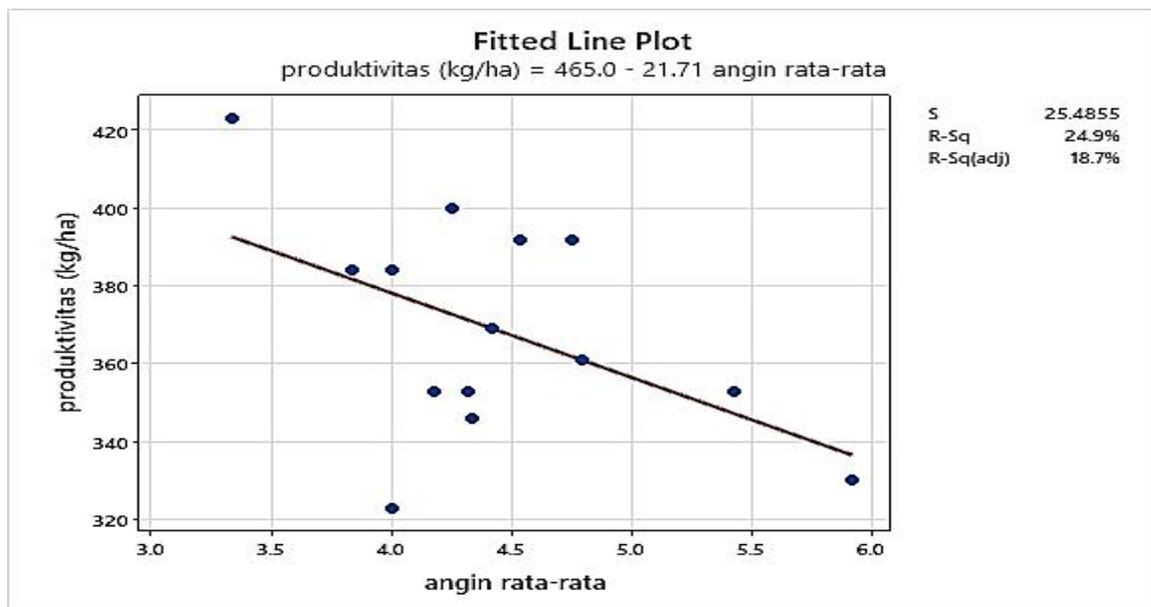
Gambar 6. Hubungan penyinaran matahari dengan produktivitas tanaman pala di Pulau Hatta

Hubungan Angin Terhadap Produktivitas Tanaman Pala

Angin mempengaruhi unsur-unsur cuaca. Angin mempunyai peran penting bagi pertanian khususnya tanaman. Angin membawa uap air sehingga udara menjadi sejuk dan suhu optimum dapat terjaga serta membantu dalam mensuplai karbondioksida untuk pertumbuhan tanaman, selain itu, angin juga mempengaruhi suhu dan kelembaban tanah. Angin yang kencang dapat menyebabkan penguapan yang besar. Serta, angin membantu proses penyerbukan pada tanaman.

Angin juga merupakan salah satu faktor penting dalam kerusakan tanaman dan erosi. Pada musim kemarau di beberapa daerah di Indonesia terdapat angin Fhon yang dapat merusak tanaman karena angin ini bersifat kering dan panas. Di Indonesia angin laut pada siang hari menyebabkan masalah karena angin membawa butiran-butiran garam yang dapat menempel pada daun-daun tanaman dan menyebabkan kerusakan. Angin juga berperan penting dalam penyebaran spora dan berbagai penyakit tanaman^[18]

Hubungan angin dengan produktivitas pala di lokasi penelitian tidak berpengaruh karena nilai determinasi (R^2) yang didapatkan yaitu sebesar 24,9 % dengan nilai Fhitung < Ftabel yaitu sebesar ($3,98 < 4,75$) (Gambar 7).



Gambar 7. Hubungan angin rata-rata dengan produktivitas tanaman pala di Pulau Hatta

KESIMPULAN

1. Dampak perubahan iklim di Pulau Hatta ditandai dengan adanya penyimpangan curah hujan berupa kejadian El Nino dan La Nina. Dimana kejadian El Nino yang paling kuat yaitu pada tahun 2015 dengan jumlah penurunan curah hujan sebesar 50% dari kondisi normalnya. Sedangkan kejadian La Nina paling kuat pada tahun 2017 dengan peningkatan jumlah curah hujan 67% dari kondisi normalnya.
2. Hubungan kelima unsur iklim dengan produktivitas pala di Pulau Hatta hanyalah lama penyinaran matahari yang berpengaruh dengan produktivitas tanaman pala, persamaan yang diperoleh yaitu $- 5469 + 363.4 X - 7.399 X^2 + 0.04932 X^3$ dengan nilai determinasi (R^2) sebesar 54,0 % dimana nilai Fhitung > Ftabel ($4,43 > 3,71$). Sedangkan unsur iklim lainnya tidak ada pengaruh nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. I.N. Hidayati, dan S. Suryanto, “Perubahan iklim terhadap produksi pertanian dan strategi adaptasi pada lahan rawan kekeringan”. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, vol.16, no.1, pp. 42-52, 2015.
- [2]. Kementerian Lingkungan Hidup, “Perubahan iklim global”. Diakses pada 27 Juli 2014, dari: <http://climatechange.menlh.go.id>.
- [3]. J.R. Porter, L. Xie, A.J. Challinor, K. Cochrane, S.M. Howden, M.M. Iqbal, D.B. Lobell, and M.I. Travasso, “Food security and food production systems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 2014.
- [4]. Intergovernmental Panel on Climate Change, “*Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
- [5]. I. Idawati, F. Fatchiya, dan T. Tjitropranoto, “Kapasitas adaptasi petani kakao terhadap perubahan iklim”. *Journal TABARO Agriculture Science*, vol.2, no.1, pp. 178-190, 2018.
- [6]. V.T. Mutekwa, “Climate Change Impacts andvAdaptation in the Agricultural Sector; the case of Smallhokder Farmers in Zimbabwe”. *Journal of Sustainable Development in Africa*, vol.11, no.2, pp. 237-256, 2009.
- [7]. Kementerian Pertanian, “Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertanian, Jakarta. 2011.
- [8]. B. Hafif, R. Maward dan J. S. Utomo, “Analisis Karakteristik Lahan dan Mutu Biji Pala (*Myristica fragrans Houtt*) Daerah Lampung”. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, vol. 23, no.2, pp. 63-71, 2017.
- [9]. A.Y. Wattimena, dan M. H. Makaruku, “Karakteristik Budidaya Tanaman Pala (*Myristica fragran Houtt*) Pola Dukung Di Kecamatan Leihitu Dan Leihitu Barat Kabupaten Maluku Tengah”. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman*, vol.10, no.1. pp. 38-44, 2022.
- [10]. LTA-72, “Zone Agroklimatik Provinsi Maluku. Maluku Regional Development Projec”t. Ambon, 1987.
- [11]. E.R. Palupi dan Y. Dedywiryanto “Kajian karakter toleransi cekaman kekeringan pada empat genotipe bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*)”. *Bul Agron* vol.36, no. 1, pp. 24-32, 2008.
- [12]. M. Djazuli, “Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Beberapa Karakter Morfo-fisiologis Tanaman Nilam”. *Bul Littro*. Vol.21, no.1, pp. 8-17, 2010
- [13]. V. Vadez, J. Khrisnamurthy, J. Kashimagi, J.M. Kholova, K.K. Devi, P. Sharma, D.A. Bhatnagar, C.T. Hoisington, F.R.. Hash, J.D.H. Bidinger, and Keatinge, “Exploiting The Functionality of Root Systems for Dry, Saline, and Nutrient Deficient Environments in a Changing Climate”. *E-Journal ICRISAT*. Vol.4, pp. 1-15, 2007.
- [14]. I. Taslim, “Analisis Kesesuaian Iklim Untuk Lahan Perkebunan Di Kabupaten Bone Bolango”. *Jurnal Bindhe*, vol.1, no.1,pp. 44–53, 2016..
- [15]. A. Solehudin, “Pengaruh Jenis Bahan Zat Pengatur Tumbuh Alami Terhadap Pertumbuhan Bibit Pala (*Myristica*

-
- fragrans* Houtt.)” (Disertasi Universitas Siliwangi). 2018.
- [16]. A. Prasetyorini, “Evaluasi Perubahan Iklim Dan Pengaruhnya Terhadap Musim Tanam Dan Produktivitas Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*) Di Kabupaten Malang” (Disertasi Universitas Brawijaya), 2018.
- [17]. I.J. Lawalata, H. Rehatta, S. Leimaheriwa, dan J.A. Leatemia, “Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Tanaman Cengkeh (*Syzigium aromaticum*) Di Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah”. *Jurnal Agrologia*, vol. 12, no 1, pp. 99-108, 2023.
- [18]. G.A. Anjani, “Dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman teh (*Camellia sinensis L.*) di kebun the Pasirmalang, Jawa Barat”. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang, 2019.