

Kondisi Iklim dan Pengaruhnya Terhadap Produksi Tanaman Pala (*Myristica fragrans* Houtt) di Kepulauan Banda, Provinsi Maluku

Semuel Laimheheriwa, Herman Rehatta*, dan J. Audrey Leatemia

Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura. Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka Ambon, 97233

* Korespondensi : hermanrehatta@gmail.com

ABSTRAK

Hampir semua variabel iklim berpengaruh terhadap tanaman pala; diantaranya curah hujan, suhu udara, kelembaban udara dan lama penyinaran surya. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh variabel iklim terhadap produksi pala di Kepulauan Banda, Kabupaten Maluku Tengah. Data yang dianalisis berupa gambaran kondisi iklim wilayah menggunakan teknik rata-rata aljabar, dan hubungan variabel iklim curah hujan, suhu udara, kelembaban udara, dan lama penyinaran surya dengan produksi pala menggunakan persamaan regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kepulauan Banda yang memiliki pola hujan lokal dengan curah hujan rata-rata tahunan sebesar 2833 mm; mencapai puncaknya dalam Mei-Juni sebesar 381 – 444 mm, dan terendah 101 – 109 mm dalam bulan Agustus-September. Variabel iklim curah hujan memberikan sumbangan tertinggi bagi produksi pala yaitu sebesar 67,64 %, sedangkan yang paling rendah yaitu variabel iklim suhu udara yaitu 27,34 %.

Kata kunci: iklim, produksi pala, Kepulauan Banda

Climate Conditions and Their Influence on Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt) Plant Production in the Banda Islands, Maluku Province

ABSTRACT

Almost all climate variables affect nutmeg plants; including rainfall, air temperature, air humidity and duration of sunshine. This study aims to see the effect of climate variables on nutmeg production in the Banda Islands, Central Maluku Regency. The data analysed were in the form of a description of the regional climate conditions using the algebraic average technique, and the relationship between climate variables of rainfall, air temperature, air humidity, and duration of sunshine with nutmeg production using a regression equation. The results showed that the Banda Islands, which have a local rainfall pattern with an average annual rainfall of 2833 mm; peaked in May-June at 381 - 444 mm, and the lowest was 101 - 109 mm in August-September. The climate variable of rainfall contributed the highest to nutmeg production, which was 67.64%, while the lowest one was the air temperature, which was 27.34%.

Keywords: rainfall, nutmeg production, Banda Islands

PENDAHULUAN

Sejarah perdagangan dunia telah mencatat Maluku sebagai wilayah penghasil rempah, khususnya cengkeh dan pala yang berkualitas tinggi. Kedua komoditas tersebut merupakan komoditas unggulan nasional dan sumber pendapatan utama petani di beberapa wilayah di Indonesia, termasuk di Provinsi Maluku. Tanaman pala merupakan tanaman asli Indonesia yang berasal dari kepulauan Banda, Maluku. Hasil tanaman pala yang bernilai ekonomi tinggi adalah biji dan fuli yang merupakan rempah. Komoditas

perkebunan pala di Maluku sebagian besar dimiliki oleh rakyat dan hanya beberapa perkebunan saja yang dikelola oleh pemerintah dan swasta. Luas areal tanaman Pala di Maluku tahun 2022 sebesar 36.381 Ha dengan produksi sebesar 5.901,06 ton^[1].

Iklim merupakan salah satu faktor lingkungan yang turut mempengaruhi sistem metabolisme dan fisiologi tanaman, sehingga perubahan beberapa unsur iklim dapat menimbulkan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman^{[2][3]}. Perubahan iklim adalah perubahan suhu, tekanan udara, angin, curah hujan dan

kelembaban udara sebagai akibat dari pemanasan global. Di Indonesia, terjadi peningkatan suhu rata-rata tahunan sekitar $0,3^{\circ}\text{C}$ dan perubahan curah hujan tahunan sebesar 2-15%. Selain itu, terjadi perubahan pola curah hujan di berbagai wilayah, dimana pola tersebut cenderung menurun di bagian Selatan dan meningkat di bagian Utara. Perubahan-perubahan ini meningkatkan kerentanan terhadap bencana dan terhadap berbagai sektor mata pencaharian seperti pertanian dan perikanan. Sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim karena mempengaruhi pola tanam, waktu tanam, produksi, dan kualitas hasil [4][5]. Unsur iklim yang disebutkan di atas sangat mempengaruhi pertumbuhan, produksi dan kualitas hasil panen. Dampak negatif yang ditimbulkan oleh perubahan iklim adalah menurunnya potensi produksi pertanian akibat kenaikan suhu dan menurunnya ketersediaan air akibat kekeringan. Perubahan iklim dapat menurunkan produksi pertanian antara 5-20 persen sehingga dapat mempengaruhi ketahanan pangan dan pendapatan petani [6][7].

Secara umum produktivitas diartikan sebagai jumlah satuan produksi yang dihasilkan oleh satu kesatuan faktor produksi atau kombinasi faktor-faktor produksi. Produktivitas tersebut dipengaruhi oleh input produksi dan faktor lingkungan [8]. Faktor iklim (curah hujan, suhu atmosfer, intensitas radiasi matahari, kecepatan angin, dan konsentrasi gas atmosfer) merupakan faktor lingkungan utama yang menentukan produksi tanaman [9]. Unsur iklim yang paling mempengaruhi pertumbuhan tanaman tahunan, termasuk pala, adalah suhu, kelembaban dan curah hujan [10]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa variabel iklim yang berpengaruh terhadap produksi tanaman adalah rata rata lama penyinaran surya tahunan, rata rata kelembaban nisbi udara tahunan dan jumlah curah hujan tahunan [7,11]. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi berbasis ilmiah tentang pengaruh variabel iklim terhadap produksi pala di Kepulauan Banda, Kabupaten Maluku Tengah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kepulauan Banda, Kabupaten Maluku Tengah, Provinsi Maluku, tepatnya di tiga pulau yaitu pulau Neira, Banda Besar dan Ai. Pengumpulan data dilakukan melalui survei lapang di areal pertanaman pala rakyat dan wawancara terhadap responden kunci serta pengumpulan data sekunder pada instansi terkait. Analisis kuantitatif digunakan untuk melihat hubungan beberapa variabel iklim terhadap produksi tanaman pala.

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama menyiapkan data iklim yang digunakan dalam analisis iklim wilayah. Data yang dikumpulkan berupa :

- Data curah hujan Kepulauan Banda 60 tahun terakhir; periode 1964-2023,
- Data iklim lainnya selama 15 tahun pengamatan; periode 2009-2023, dan
- Data produksi pala selama 15 tahun, periode 2009-2023

Data yang diperoleh akan dianalisis melalui berbagai metode, sesuai dengan luaran yang diharapkan. Berikut adalah metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini:

(1) Analisis kondisi iklim wilayah

Analisis kondisi iklim wilayah berupa nilai rata-rata setiap unsur iklim menggunakan rumus yang umum, yaitu teknik rata-rata aljabar, sebagai berikut:

$$X_b = \sum_{i=1}^n X_i/n$$

Keterangan : X_b = Nilai unsur iklim rata-rata bulanan (mm), X_i = Nilai unsur iklim bulan tertentu pada tahun ke- i (mm), n = Jumlah tahun pengamatan

(2) Analisis regresi

Untuk mengetahui apakah iklim berpengaruh terhadap produksi tanaman pala dilakukan analisa regresi antara variabel iklim (lama penyinaran, kelembaban udara, suhu udara, dan curah hujan) selama 15 tahun (2009-2023) dengan produksi tanaman pala selama periode yang sama pada 3 pulau lokasi

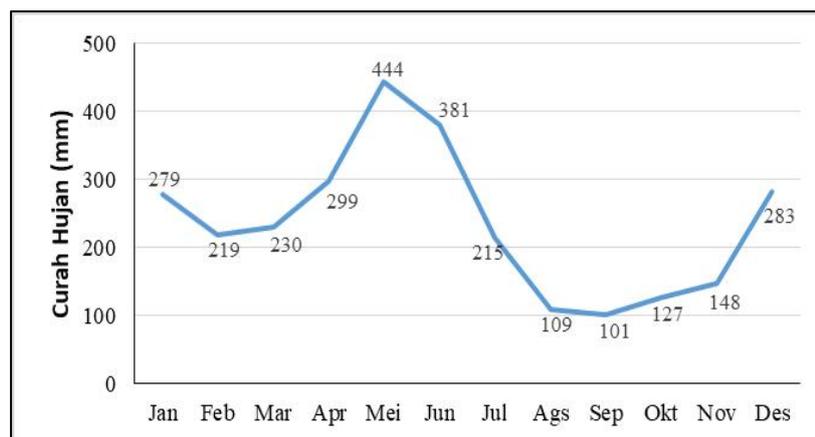
penelitian. Analisis regresi linier digunakan untuk menggambarkan hubungan dua fungsional variabel, dalam kaitan ini variabel tak bebas yaitu produksi tanaman (Y) dan variabel bebas yaitu unsur iklim (X).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Iklim

Lokasi penelitian memiliki iklim laut tropis yang sangat kuat dipengaruhi oleh massa udara maritim Laut Banda yang cukup luas. Kepulauan Banda memiliki pola hujan lokal^[12], yang berbeda dengan pola hujan monsunal dan ekuatorial yang berlangsung pada sebagian besar wilayah di Indonesia. Ini diindikasikan oleh kejadian musim yang

berbeda; dimana musim hujan di wilayah ini berlangsung dari bulan Mei sampai Agustus sedangkan musim kering berlangsung dari bulan November sampai Februari. Bulan Maret-April dan September-Oktober merupakan periode peralihan/transisi (pancaroba) antara kedua musim tersebut; yaitu bulan Maret-April merupakan periode peralihan dari musim kering ke musim hujan dan bulan September-Oktober merupakan periode peralihan dari musim hujan ke musim kering. Biasanya curah hujan mencapai puncaknya rata-rata 381 – 444 mm pada bulan Mei-Juni, dan terendah rata-rata 101 – 109 mm dalam bulan Agustus-September dengan nilai rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2833 mm. Secara grafis, pola dan distribusi curah hujan bulanan di Kepulauan Banda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola dan distribusi curah hujan bulanan di Kepulauan Banda (nilai curah hujan rata-rata periode 1964-2023)

Data runut waktu iklim periode 2009-2023 menunjukkan bahwa suhu udara di Kepulauan Banda berkisar antara 27,2 s.d 28,0°C; rata-rata 27,6 °C. Suhu udara biasanya tinggi dalam bulan November s.d Januari (28,2 s.d 28,3°C) dan rendah dalam bulan Juli dan Agustus (26,4 s.d 26,6°C). Kelembaban nisbi udara berkisar antara 79,6 s.d 87,9%; rata-rata 83,8%. Kelembaban udara biasanya tinggi dalam bulan April s.d

Juni (84,9 – 85,9%) dan rendah dalam bulan September s.d November (82,5 – 83,5%). Lamanya surya bercahaya cerah berkisar antara 40,6 s.d 62,5% (rata-rata 51,2%); biasanya tinggi selama musim kemarau dan rendah selama musim hujan. Kondisi bulanan suhu udara, kelembaban nisbi udara, dan lama penyinaran surya di Kepulauan Banda seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi bulanan suhu udara, kelembaban nisbi udara dan lama penyinaran di Kepulauan Banda

Bulan	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Nibi Udara (%)	Lama Penyinaran Surya (%)
Januari	28.3	82.3	49.3
Februari	28.1	83.1	49.7
Maret	28.0	84.3	51.0
April	27.8	86.5	49.4
Mei	27.8	86.3	45.0
Juni	27.2	84.9	42.9
Juli	26.6	83.5	47.5
Agustus	26.4	82.7	54.4
September	26.9	82.9	52.4
Oktober	27.8	82.5	65.9
November	28.2	83.5	60.3
Desember	28.3	83.5	46.9
Tahunan	27.6	83.8	51.2

Sumber: Diolah dari data klimatologi Stasiun Meteorologi Bandanaira periode 2009-2023

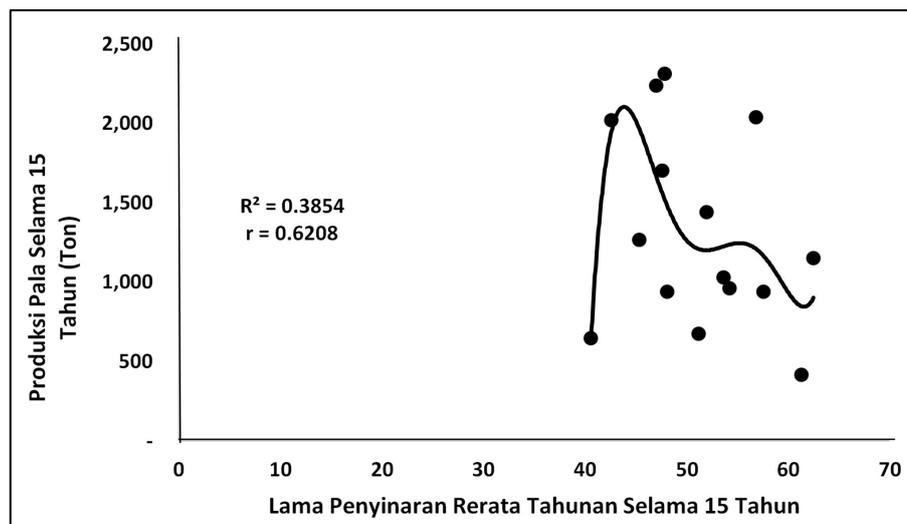
Hubungan Antara Unsur iklim dengan Produksi Tanaman Pala di Kepulauan Banda

Pengaruh unsur iklim terhadap produksi tanaman pala (*Myristica fragrans*) berpengaruh nyata sampai sangat nyata, karena tanaman pala sensitif terhadap berbagai faktor lingkungan. Uji pengaruh menggunakan regresi non-linier polinomial. Orde regresi yang digunakan adalah orde 4, semakin tinggi orde maka semakin rendah akurasi hasil regresi. Hasil regresi tiap peubah

iklim menunjukkan nilai regresi nyata sampai sangat nyata

Hubungan antara lama penyinaran dengan produksi pala

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa lama penyinaran berkorelasi erat (*significant*) dengan produksi pala dengan nilai $r = 0,6208$ lebih besar dari r tabel 0,514 dengan tingkat akurasi R^2 atau kontribusi lama penyinaran surya terhadap produksi pada sebesar 38,54 % (Gambar 2).



Gambar 2. Hubungan antara lama penyinaran (%) dengan produksi pala di Kepulauan Banda

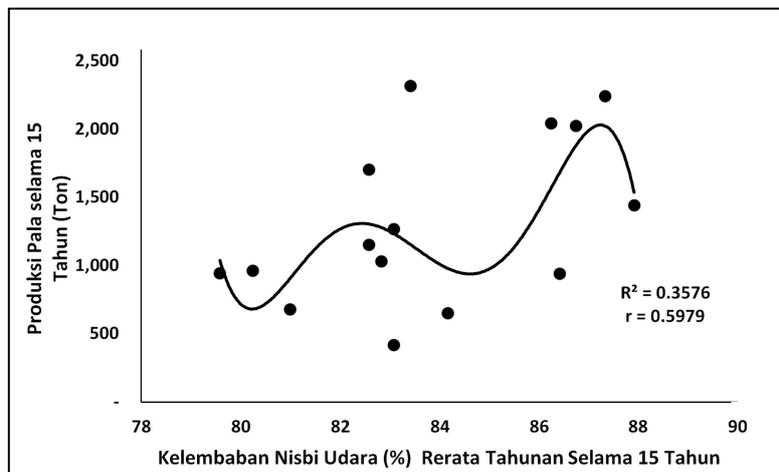
Lama penyinaran surya (lamanya surya bercahaya cerah) memainkan peran penting dalam berbagai proses fisiologis tanaman pala yang mempengaruhi produksi. Cahaya matahari adalah sumber utama energi untuk fotosintesis. Lama penyinaran surya yang optimal mendukung produksi karbohidrat melalui fotosintesis, yang penting untuk pertumbuhan tanaman dan pembentukan buah. Penyinaran yang terlalu rendah akan mengurangi efisiensi fotosintesis, menghambat produksi karbohidrat, dan menurunkan hasil buah^{[11][13]}. Durasi penyinaran yang panjang meningkatkan transpirasi, yang mempengaruhi keseimbangan air dalam tanaman. Jika penyinaran terlalu tinggi dan disertai kondisi kering, tanaman dapat mengalami stres air, yang mengganggu stabilitas turgor sel dan mengurangi produktivitas. Lama penyinaran surya juga mempengaruhi proses metabolisme tanaman, seperti produksi senyawa metabolit sekunder yang penting untuk kualitas buah pala. Cahaya yang cukup dapat meningkatkan

pembentukan minyak atsiri dan komponen bioaktif lainnya yang berperan penting dalam kualitas produksi buah pala^[14].

Hubungan antara kelembaban nisbi udara dengan produksi pala

Variabel kelembaban nisbi udara berkorelasi erat yang terlihat dari nilai r sebesar 0,5979 yang lebih besar dari r tabel (0.514) dengan kontribusi kelembaban udara R^2 terhadap produksi pala di Kepulauan Banda sebesar 35,76 % (Gambar 3).

Pertumbuhan tanaman juga sangat dipengaruhi oleh kelembaban nisbi udara, yaitu ukuran dari jumlah relatif uap air yang berada di udara. Apabila kelembaban lingkungan berada di luar batas toleransi tanaman, maka tanaman akan terganggu pertumbuhannya. Setiap golongan tanaman memerlukan kelembaban udara yang berbeda-beda untuk perkembangan optimalnya. Untuk kebanyakan tanaman, kelembaban nisbi udara yang dibutuhkan sekitar 80%.



Gambar 3. Hubungan antara kelembaban udara (%) dengan produksi pala di Kepulauan Banda

Kelembaban nisbi udara yang rendah meningkatkan laju transpirasi, yang menyebabkan tanaman kehilangan lebih banyak air melalui daun dibandingkan yang diserap oleh akar. Hal ini dapat mengakibatkan stres air dan dehidrasi pada tanaman pala, yang memengaruhi pertumbuhan dan produksi buah^[15].

Kelembaban nisbi yang tinggi pada fase pembungaan dan pembentukan buah meningkatkan risiko infeksi patogen, seperti jamur, yang dapat mengurangi keberhasilan pembentukan buah dan menurunkan kualitas buah. Sebaliknya, kelembaban yang terlalu rendah dapat menghambat proses pembelahan sel pada fase pembentukan buah^[16].

Hubungan antara suhu udara dengan produksi pala

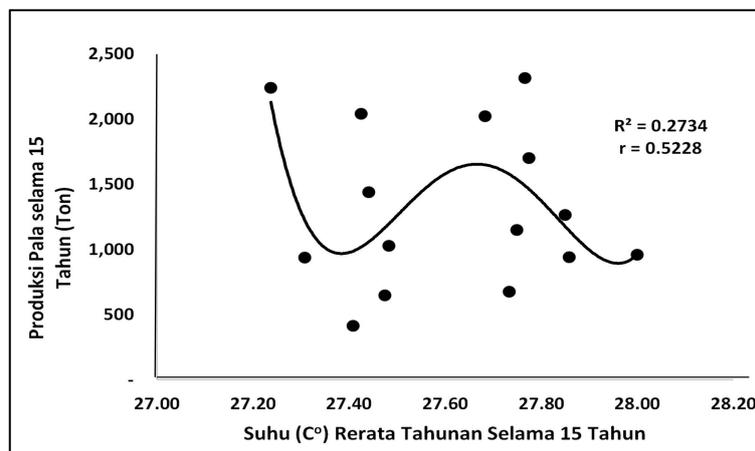
Variable suhu berkorelasi dengan produksi pala ditunjukkan dengan nilai r hitung 0,5228 yang lebih besar dari r tabel (0.514); kontribusi unsur iklim kelembaban nisbi udara terhadap produksi pala (R^2) sebesar 27,3 % (Gambar 4).

Suhu yang optimal untuk fotosintesis tanaman pala berkisar antara 25–30°C. Jika suhu terlalu tinggi, efisiensi fotosintesis menurun karena enzim-enzim yang terlibat dalam proses tersebut mengalami kerusakan. Suhu mempengaruhi laju respirasi, yang penting untuk metabolisme energi tanaman pala. Pada suhu yang lebih tinggi, laju respirasi meningkat, yang dapat mengurangi

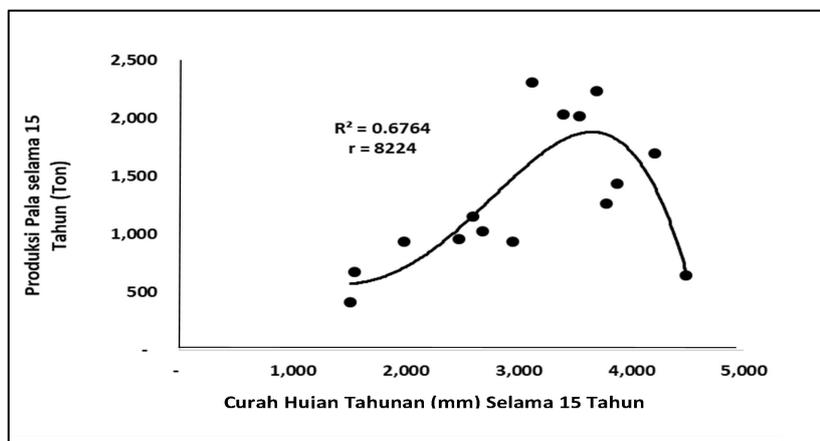
cadangan energi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan dan produksi buah. Sebaliknya, suhu yang rendah dapat memperlambat respirasi, sehingga menghambat pemanfaatan energi secara efisien^[17]. Suhu ekstrem (terlalu panas atau terlalu dingin) di luar kisaran optimum tidak menguntungkan bagi produksi pala^[18].

Hubungan antara curah hujan dengan produksi tanaman pala

Curah hujan berkorelasi sangat erat dengan produksi ($r = 0,82$); dimana kontribusi unsur iklim curah hujan terhadap produksi pala (R^2) sebesar 67,64 % (Gambar 5).



Gambar 4. Hubungan antara suhu udara (°C) dengan produksi pala di Kepulauan Banda



Gambar 5. Hubungan antara curah hujan tahunan (mm) dengan produksi pala di Kepulauan Banda

Fase pembungaan dan pembentukan buah pada tanaman pala sangat sensitif terhadap curah hujan. Curah hujan yang berlebihan atau kekeringan berkepanjangan dapat menyebabkan kegagalan pembentukan bunga dan buah. Kekeringan dapat mengganggu pembelahan sel pada tahap awal pembentukan buah, sedangkan hujan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan risiko penyakit akibat kelembaban yang berlebihan, terutama penyakit jamur^[19].

Pola curah hujan yang tidak menentu, seperti perubahan musim yang lebih kering atau lebih basah akibat perubahan iklim, dapat mengganggu siklus produksi tahunan pala. Jika pola hujan tidak sesuai dengan siklus pertumbuhan alami tanaman, maka hasil produksi bisa menurun^{[18][20]}.

Curah hujan rendah dan kekeringan sering kali menyebabkan akumulasi spesies oksigen reaktif (ROS) dalam sel tanaman, yang merusak protein, lipid, dan DNA. Hal ini memperlambat proses fisiologis normal, menyebabkan pertumbuhan terhambat dan produksi buah yang rendah, sedangkan curah hujan tinggi dalam jangka panjang dapat menyebabkan hipoksia pada akar (kekurangan oksigen), yang memicu stres oksidatif. Ini berdampak pada kesehatan akar dan penyerapan air serta nutrisi, mengurangi efisiensi metabolisme tanaman^[21].

Berdasarkan hasil regresi, variabel curah hujan yang memberikan sumbangan tertinggi bagi produksi pala yaitu sebesar 67,64 % ($R^2=0,6764$), sedangkan yang paling rendah variabel iklim suhu yaitu 27,34 % ($R^2 = 0,2734$). Semakin kecil nilai koefisien determinasi (R^2) maka pengaruh variabel bebas terhadap variabel tak bebas semakin lemah.

KESIMPULAN

1. Kepulauan Banda yang memiliki pola hujan lokal dengan curah hujan rata-rata tahunan sebesar 2833 mm; curah hujan mencapai puncaknya dalam Mei-Juni sebesar 381–444 mm, dan terendah 101–109 mm dalam bulan Agustus-September.

2. Suhu udara tahunan berkisar antara 27,2 s.d 28,0°C; rata-rata 27,6 °C. Kelembaban nisbi udara tahunan berkisar antara 79,6 s.d 87,9%; rata-rata 83,8%. Lamanya penyinaran surya berkisar antara 40,6 s.d 62,5%; rata-rata 51,2%.
3. Variabel iklim curah hujan memberikan sumbangan tertinggi bagi produksi pala yaitu sebesar 67,64 % ($R^2=0,6764$), sedangkan yang paling rendah variabel iklim suhu yaitu 27,34 % ($R^2 = 0,2734$).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah mendanai penelitian ini dengan Skema Penelitian Fundamental – Regular Tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. *Provinsi Maluku Dalam Angka*. BPS Maluku, Ambon, 2024
- [2] A. Kumari, G.A. Lakshmi, G.K. Krishna, B. Patni, S. Prakash, M. Bhattacharyya, S.K. Singh and K.K.Verma, "Climate Change and Its Impact on Crops: A Comprehensive Investigation for Sustainable Agriculture". *Agronomy* 22(12):3008, 2022
- [3] J.R. Patty, S. Laimeheriwa, E.L. Madubun, and S. Lingga, "Rainfall Variability and Its Influence on Palm Oil Productivity (*Elaeis guineensis* Jacq.): Case Study at PT. Nusaina Group Seram Island Province Maluku". *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research* vol.5, no3, pp.838-847, 2024.
- [4] S.L. Nangimah, S. Laimeheriwa dan R. Tomaso, "Dampak Fenomena El Nino dan La Nina Terhadap Keseimbangan Air Lahan Pertanian dan Periode

- Tumbuh Tersedia di Daerah Waeapo Pulau Buru”. *Jurnal Budidaya Pertanian*, vol.14, no.2, pp.66-74, 2018.
- [5] B.W.M. Sitorus, S. Laimeheriwa dan E.L. Madubun, “Analisis Pola Tanam dan Musim Tanam pada Tanaman Pangan Berdasarkan Kondisi Iklim di Kecamatan Taniwel, Kabupaten Seram Bagian Barat”. *Jurnal Pertanian Kepulauan*, vol.7, no.1, pp. 9-22, 2023.
- [6] E. Kelbulan, S. Laimeheriwa dan J.R. Patty, “Analisis Kejadian El Nino dan Dampaknya Terhadap Musim Tanam dan Produktivitas Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L) di Pulau Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara”. *Jurnal Budidaya Pertanian*, vol.17, no.1, pp. 52-58, 2021
- [7] I.J. Lawalata, H. Rehatta, S. Laimeheriwa 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
- [8] I.T.N. Sukamto, “*Kamus Pertanian*”. Aneka Ilmu, Semarang, 2009.
- [9] L. Goud, J. Singh, and P. Kumar, “*Climate Change and Their Impact on Global Food Production In. Microbiome Under Changing Climate Implications and Solution*”. Kumar, A., Joginder Singh, J., and Ferreira, L.F.R (eds) pp. 415-436. Woodhead Publishing, 2022.
- [10] S. Laimeheriwa, E.L. Madubun dan E.D. Rarsina, “Analisis Tren Perubahan Curah Hujan dan Pemetaan Klasifikasi Iklim Schmidt-Ferguson Untuk Penentuan Kesesuaian Iklim Tanaman Pala (*Myristica fragrans*) di Pulau Seram”. *Jurnal Agrologia*, vol.8, no.2, pp. 71-81, 2019.
- [11] H. Rehatta, J.A. Leatemia and S. Laimeheriwa, “The Relationship Between Climate Variables and Production of Clove (*Zyzigium aromaticum*) in Saparua Island, Central Maluku Regency, Indonesia”. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. (In Printing), 2024.
- [12] S. Laimeheriwa, “Analisis Tren Perubahan Curah Hujan pada Tiga Wilayah dengan Pola Hujan yang Berbeda di Provinsi Maluku”. *Jurnal Budidaya Pertanian* vol.10, no.2, pp. 71-78, 2014.
- [13] A. Singh and P. Reddy, "Effects of Sunlight Duration on Physiological Processes in Nutmeg (*Myristica fragrans*)". *Journal of Spice Research*, vol.23, no.2, pp. 123-130, 2022.
- [14] L. Wickramasinghe and P. Perera, "Effect of Solar Radiation on Metabolic Pathways in Nutmeg (*Myristica fragrans*) ". *Environmental Studies on Tropical Agriculture*, vol.17, no.2, pp. 101-109, 2020.
- [15] S. Kumar and J. Joseph, "Water Deficiency and Excess: Physiological Responses of Nutmeg to Changing Rainfall Patterns". *Agriculture and Water Management Journal*, "vol.15, no.3, pp. 67-75, 2020.
- [16] A. Singh and P. Reddy, "Effects of Rainfall Variability on Physiological Processes in Spice Crops with Focus on Nutmeg". *Journal of Spice Research*, vol.23, no.1, pp.89-97, 2022.
- [17] T. Hammond, "*Nutmeg Cultivation: Growing The Fragrant Spice Tree*". <https://southelmontehydroponics.com/nutmeg-cultivation-guide>. [02/10/2024].
- [18] N. Anripa, A. Kumar, P. Maharana and A.P. Dimri, “Climate Change Over Indonesia and Its Impact on Nutmeg Production: An Analysis Under High-Resolution CORDEX-CORE Regional Simulation Framework”. *International Journal of Climatology*, vol.43, no.10, pp. 4472-4490, 2023.
- [19] R.L. Munasinghe and P.S. Perera, "Impact of Water Stress on Nutmeg (*Myristica fragrans*) Physiology and Yield". *Journal of Tropical Agriculture and Climate*, vol.17, no.4, pp.111-121, 2021.

- [20] L. Wickramasinghe and P. Perera, "Climate Change and Its Implications on Nutmeg Production in the Tropics". *Environmental Studies on Tropical Agriculture*, vol.17, no.2, pp. 101-109, 2020.
- [21] R. Patel and S. Verma, "Hydrological Stress and Its Impact on the Physiological Functions of Nutmeg: A Review". *Tropical Agroecology Journal*, vol.10, no.2, pp.34-45, 2021.