

Pengaruh Curah Hujan pada Produksi Padi Gogo di Indonesia (Precipitation Impact on Upland Rice Yield in Indonesia)

Agung Budi Santoso^{1*}, Tavi Supriana¹, Moral Abadi Girsang²

(Diterima April 2022/Disetujui Oktober 2022)

ABSTRAK

Padi gogo memiliki potensi pengembangan yang tinggi karena potensi luas lahan yang besar di Indonesia. Meskipun begitu, produktivitas dan kontribusi padi gogo pada total produksi padi masih rendah. Mayoritas padi gogo dibudidayakan dengan mengandalkan curah hujan sehingga tingkat produktivitasnya bergantung pada tinggi rendahnya curah hujan pada wilayah tersebut. Indonesia secara teori memiliki tiga curah hujan yang berbeda, yakni ekuatorial, monsun, dan lokal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tipe hujan pada produksi padi gogo. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang terdiri atas data produksi padi gogo, data curah hujan, dan data luas lahan pada periode tahun 1990–2017. Data tersebut diolah menggunakan regresi nonlinear kuadrat yang selanjutnya dilakukan uji beda menggunakan Mann-Whitney. Lokasi yang dipilih meliputi Provinsi Sumatera Utara, Kalimantan Barat, Sulawesi Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Kalimantan Selatan, dan Maluku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga wilayah tersebut secara statistik memiliki perbedaan yang signifikan. Wilayah dengan tipe curah hujan ekuatorial memiliki pengaruh produksi sebesar 3.15 ton, wilayah monsun dan lokal secara berurutan memberikan pengaruh pengurangan produksi sebesar -0,17 ton dan -10,66 ton.

Kata kunci: curah hujan, padi gogo, produktivitas, regresi nonlinear

ABSTRACT

Upland rice has high potential development that causes the potential of dry land in Indonesia is quite large. However, the productivity of upland rice and its contribution to national paddy production is still low. Upland rice mostly is cultivated based on rainfall so productivity of upland rice depends on fluctuation of rainfall at the area. Theoretically, Indonesia has three different rainfall types, namely; equatorial, monsoonal, and local. This study aimed to identify the effect of rainfall on upland rice production. This study used secondary data consisted of upland rice yield, precipitation, and harvested area in 1990–2017. Data were analyzed by quadratic nonlinear regression and then it was analyzed by Mann-Whitney different test. Selected location were North Sumatera Province, West Kalimantan, Central Sulawesi, East Java, South Sulawesi, South Kalimantan, and Maluku. Results show that three rainfall area types statistically differences. Precipitation at Equatorial area influences upland rice yield by 3.15 tons. Furthermore, precipitation at monsoon and local area have effects on reducing production by -0.17 ton and -10.66 ton respectively.

Keywords: nonlinear regression, precipitation, productivity, upland rice

PENDAHULUAN

Padi gogo memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan karena didukung oleh sumber daya alam. Luas daratan Indonesia sekitar 191,1 juta ha, dan 75% di antaranya merupakan lahan kering (Kementan 2020). Selain itu, tingkat persentase potensi pemanfaatan lahan kering juga masih tinggi karena pengembangan padi sawah diperkirakan hanya seluas 7,5 juta ha, sedangkan pengembangan lahan pertanian mencapai 15,9 juta ha. Hal ini menandakan bahwa padi gogo sebagai salah satu komoditas lahan kering memiliki potensi tinggi untuk dikembangkan.

Potensi yang dimiliki oleh lahan kering, terutama dalam pengembangan padi gogo belum sepenuhnya dimanfaatkan dibandingkan dengan padi sawah. Berdasarkan data Pusat dan Informasi Kementerian Pertanian, produksi padi gogo hanya berkontribusi 5 persen pada produksi padi total secara nasional sejak tahun 1990 (PUSDATIN 2020). Berdasarkan kontribusi luas panen, meskipun memiliki tren kenaikan dari sisi kuantitas, padi gogo justru mengalami penurunan kontribusi luas panen dari 9% (1.134.671 ha) terhadap total luas panen padi, menjadi 7 persen (1.156.019 ha) di tahun 2017. Selain itu, produktivitas rata-rata padi gogo juga lebih rendah (3,25 ton/ha) dibanding padi sawah yang mencapai 5,2 ton/ha.

Faktor pendukung pengembangan budi daya padi gogo telah dilakukan dengan cara pelepasan beberapa varietas padi yang tahan terhadap kondisi kekeringan. Rekayasa genetik mampu meningkatkan ketahanan dan produktivitas padi gogo (Ko *et al.* 2014). Varietas unggul tersebut telah dilakukan pengujian adaptasi

¹ Magister Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansur No. 9, Kampus Padang Bulan, Medan 20155

² Pusat Riset Koperasi dan Ekonomi Kerakyatan, BRIN, Gedung Sasana Widya Sarwono, Lantai 7, Jl Jend Gatot Subroto No 10 Jakarta 12710

* Penulis Korespondensi: Email: ardenasa@gmail.com

dengan berbagai kondisi, seperti pemupukan (Nazirah & Sengli 2015).

Sikap petani terhadap perkembangan varietas padi gogo pada umumnya menerima dengan pertimbangan atribut produksi dan tahan terhadap hama penyakit menjadi atribut utama memilih benih padi gogo (Chanifah *et al.* 2021). Salah satu tantangan yang dihadapi petani dalam pengelolaan padi gogo adalah ketersediaan air dan kondisi cekaman air tanah. Cekaman air tanah merupakan suatu kondisi tanaman yang tidak mendapatkan ketersediaan air yang cukup sehingga mengalami pertumbuhan yang tidak optimal dan menurunkan produksi. Hasil yang dilaporkan oleh peneliti sebelumnya (Study *et al.* 2020) menyatakan bahwa hasil panen lebih berhubungan dengan kondisi cekaman air tanah daripada dengan kondisi irigasi atau drainase.

Kondisi geografis Indonesia yang terletak di bawah garis khatulistiwa dengan luas wilayah mencapai 1,905 juta km² menyebabkan sebagian wilayah berada di belahan bumi selatan dan sebagian lainnya di belahan bumi utara. Selain itu, Indonesia juga berada di antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Hal ini menyebabkan terjadi perbedaan cuaca di wilayah Indonesia. Curah hujan yang terjadi di sepanjang tahun tidak sama karena dipengaruhi oleh angin muson yang secara bergantian setiap enam bulan. Setidaknya terdapat lima pola musim yang berbeda berdasarkan tipe curah hujan di Indonesia yang selanjutnya dapat disederhanakan dengan tiga tipe pola musim (Aldrian 2014). Perbedaan pola musim akan memengaruhi pola tanam di setiap daerah yang selanjutnya akan menyebabkan keragaman indeks pertanaman dan memengaruhi produksi padi gogo yang beragam di setiap provinsi. Keragaman kondisi iklim tersebut perlu diperhatikan dalam pengembangan produksi padi gogo sebagai salah satu komoditas tanaman pangan.

Berdasarkan uraian tersebut, identifikasi fluktuasi produksi padi gogo berdasarkan tipe curah hujan menjadi penting. Penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh iklim pada produksi padi gogo bersifat parsial maupun global secara nasional. Penelitian ini dapat melengkapi informasi terkait pengaruh perbedaan curah hujan yang terjadi di Indonesia pada produksi padi gogo. Informasi mengenai pengaruh tipe curah hujan pada produksi padi gogo diharapkan bermanfaat dalam menentukan wilayah yang cocok untuk pengembangan padi gogo.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian meliputi 7 provinsi. Pemilihan lokasi berdasarkan pertimbangan tiga tipe curah hujan di Indonesia, yaitu tipe ekuatorial, tipe monsun, dan tipe lokal. Tipe ekuatorial diwakili oleh Provinsi Sumatera Utara, Kalimantan Barat, dan Sulawesi Tengah. Tipe Monsun diwakili oleh Provinsi Jawa Timur, Sulawesi Selatan, dan Kalimantan Selatan,

sedangkan daerah yang memiliki curah hujan tipe lokal diwakili oleh Provinsi Maluku.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data produksi dan luas panen komoditas padi gogo. Data tersebut merupakan data sekunder yang berasal dari Pusat Data dan Informasi Kementerian Pertanian sejak periode 1990–2017 dengan periode tahunan. Selain data produksi, data curah hujan diperoleh dari *generated data climatecharts.net* dengan pilihan lokasi dan rentang waktu yang sama. Data tersebut merupakan hasil interpolasi dari 7.280 stasiun cuaca yang tersebar di seluruh dunia, 226 negara yang diupdate setiap bulan sejak awal tahun 1990, termasuk Indonesia (Zepner *et al.* 2021). Variabel time yang dimasukkan dalam penelitian merupakan variabel yang mengindikasikan penggunaan teknologi padi gogo.

Data dianalisis menggunakan model regresi nonlinear. Model ini dipilih karena regresi nonlinear lebih tepat menggambarkan kondisi fase biologis tanaman, seperti fase pertumbuhan dengan model exponential, sigmoid, fotosintesis, curah hujan, temperatur, dan lain-lain (Archontoulis & Miguez 2014). Fungsi curah hujan dalam produksi padi gogo menggunakan fungsi kuadratik terbuka ke bawah karena fungsi ini menggambarkan peningkatan produksi seiring dengan pertambahan curah hujan sampai titik optimal, hingga pada akhirnya mengurangi produksi pada tingkat curah hujan yang berlebih (Ritchie 2021).

Tahapan pengolahan regresi nonlinear berdasarkan Archontoulis & Miguez (2014), adalah (1) melakukan estimasi dan evaluasi model menggunakan *F-test*, (2) melihat *goodness of fit* dengan melihat nilai *R Squared*, (3) melakukan peramalan berdasarkan model terpilih.

Adapun fungsi kuadratik curah hujan pada produksi padi gogo adalah sebagai berikut:

$$Y_a = a + bT + c X_1 + dX_2 + eX_2^2 \dots\dots(1)$$

Keterangan:

Y_a = Produksi padi gogo di Provinsi A (ton)

X_1 = Luas panen (hektar)

T = Time (tahunan)

X_2 = Curah hujan (mm)

Adapun perubahan produksi akibat perubahan curah hujan dapat dilihat dari turunan persamaan (1) sebagai berikut:

$$\frac{\delta y_a}{\delta x_2} = d + 2e X_2 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$\frac{\delta y_a}{\delta x_2}$ = Perubahan produksi terhadap perubahan curah hujan

X_2 = Curah hujan (mm)

Perubahan produksi akibat perubahan iklim pada persamaan kedua akan digunakan untuk melihat

tingkat perubahan produksi tanaman berdasarkan tipe curah hujan dan komoditas yang berbeda. Kumpulan data perubahan produksi dari persamaan 3 merupakan kumpulan data berdasarkan kelompok yang selanjutnya dianalisis dengan menggunakan uji beda Mann Whitney.

Uji beda dengan metode Mann Whitney dilakukan untuk mengetahui perbedaan perubahan produksi akibat perubahan hujan berdasarkan tipe curah hujan. Metode Mann Whitney dipilih karena metode tersebut dapat digunakan untuk menguji dua perbedaan median dari dua sampel yang diambil secara bebas, sampel-sampel random yang besarnya n_1 dan n_2 bisa diperoleh dari populasi-populasi yang berdistribusi normal atau tidak berdistribusi normal (Supangat, 2008). Nilai dari statistik ujinya adalah sebagai berikut :

$$Z/t = \frac{\sum R_x - n_x \left(\frac{N+1}{2} \right)}{\sqrt{\frac{n_x n_y}{N(N-1)} \left(\sum R_x^2 + \sum R_y^2 \right) - \frac{n_x n_y (N+1)^2}{4(N-1)}}}$$

.....(3)

Keterangan:

- N : $n_x + n_y$
- n_x : Banyaknya sample x
- n_y : Banyaknya sample y
- R_x : Ranking keseluruhan untuk variabel x
- R_y : Ranking keseluruhan untuk variabel y

Nilai uji yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan t tabel untuk melakukan penarikan kesimpulan. Kesimpulan terima H_0 apabila nilai t hitung \leq t tabel, sedangkan kesimpulan tolak H_0 apabila t hitung $>$ t tabel. Perhitungan analisis regresi berganda dan uji Man Whitney dibantu dengan perhitungan yang dilakukan menggunakan paket program SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

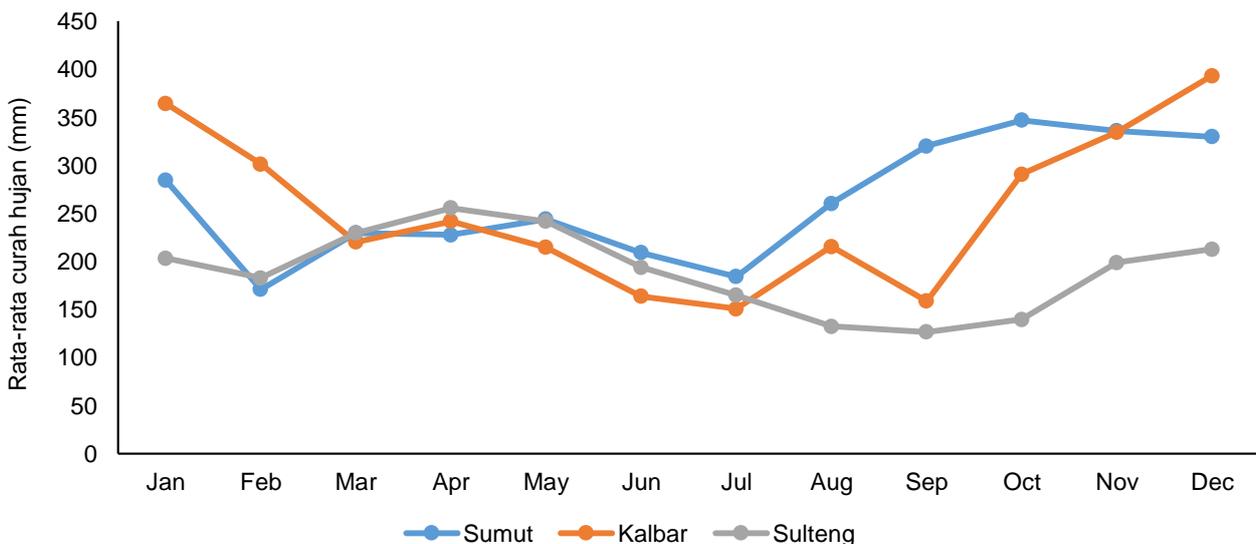
Karakteristik Curah Hujan di Lokasi Penelitian

Indonesia memiliki setidaknya tiga tipe curah hujan yang berbeda; ekuatorial, mussonal, dan lokal. Tipe ekuatorial memiliki ciri sebaran hujan yang relatif tinggi di sepanjang tahun dengan memiliki dua puncak, yakni sekitar Maret dan Oktober (Gara *et al.* 2019). Gambar 1 menjelaskan tentang rata-rata fluktuasi curah hujan di Provinsi Sumatera Utara, Kalimantan Barat, dan Sulawesi Tengah.

Ketiga provinsi tersebut memiliki curah hujan rata-rata bulanan lebih dari 100 mm tiap bulan selama kurun waktu 1990–2017. Ciri tipe hujan ekuatorial tampak terlihat adanya peningkatan curah hujan di triwulan awal dan triwulan akhir tahun. Kalimantan Barat secara rata-rata memiliki puncak curah hujan pada bulan Desember (393 mm), sedangkan Sulawesi Tengah puncaknya di bulan April (252 mm), dan Sumatera Utara di bulan November (335 mm). Puncak kedua curah hujan terjadi untuk Kalimantan Barat, Sulawesi Tengah, dan Sumatera Utara secara berturut-turut terjadi di bulan April (241 mm), bulan April (255 mm), dan bulan Maret (229 mm).

Berbeda dari tipe ekuatorial, tipe mussonal hanya memiliki satu puncak curah hujan sepanjang tahun dan memiliki musim kemarau yang jelas (Pratiwi *et al.* 2012). Tipe hujan mussonal di Indonesia dicirikan oleh adanya perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dengan musim kemarau dalam satu tahun.

Dalam setahun (Gambar 2), Kalimantan Selatan memiliki puncak curah hujan pada bulan Desember dengan nilai 316 mm. Pada bulan berikutnya memiliki trend penurunan curah hujan hingga bulan Agustus yang mencapai 108 mm. Jawa Timur memiliki palung yang lebih dalam pada saat musim kemarau yang terjadi pada bulan Agustus dengan 20 mm, sedangkan



Gambar 1 Fluktuasi curah hujan tipe ekuatorial di Kalimantan Barat, Sulawesi Tengah, dan Sumatera Utara pada Tahun 1990–2017 (sumber: *climatecharts.net*/ diakses 14 April 2022).

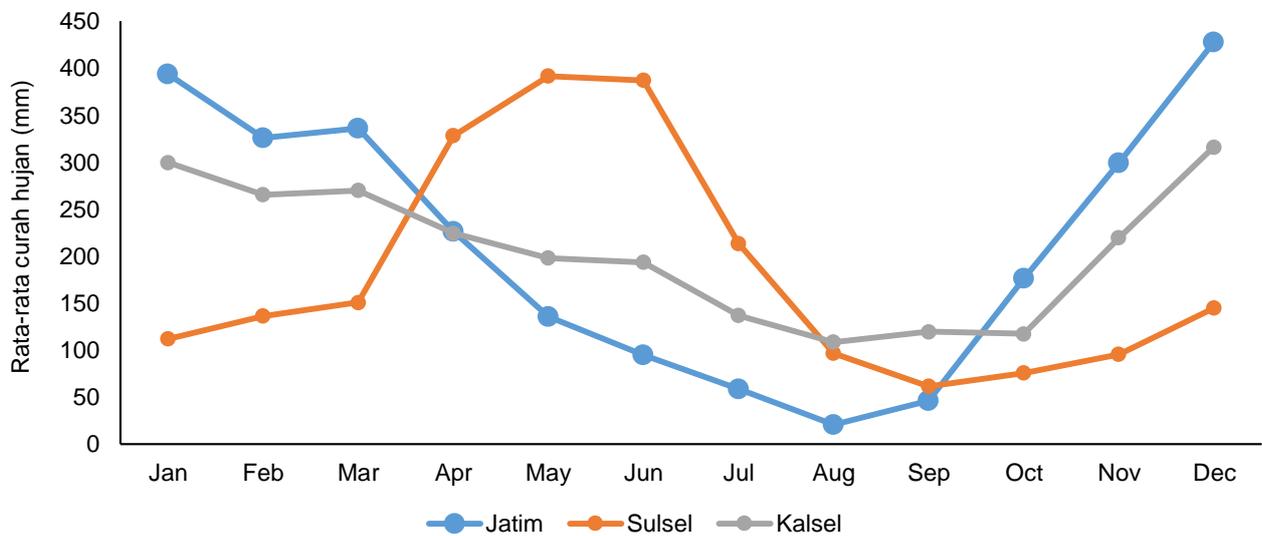
puncak musim hujan terjadi pada bulan Desember, yakni 428 mm. Sedikit berbeda dari Kalimantan Selatan dan Jawa Timur, Sulawesi Selatan memiliki puncak musim hujan di bulan Mei (391 mm) dan puncak musim kemarau pada bulan September (61 mm).

Tipe lokal merupakan pola hujan yang berkebalikan dengan tipe monsunial. Pada saat wilayah monsunial mengalami musim kering, wilayah dengan tipe lokal justru mengalami musim hujan, begitupun sebaliknya. Tipe lokal hanya terjadi di wilayah Maluku bagian Utara dengan perkembangan grafik rata-rata curah hujan dijelaskan pada Gambar 3. Musim hujan justru terjadi di bulan Juli dengan curah hujan 284 mm pada saat wilayah monsunial sedang mengalami tren penurunan curah hujan. Musim Kemarau terjadi di bulan Oktober dengan curah hujan mencapai 81 mm.

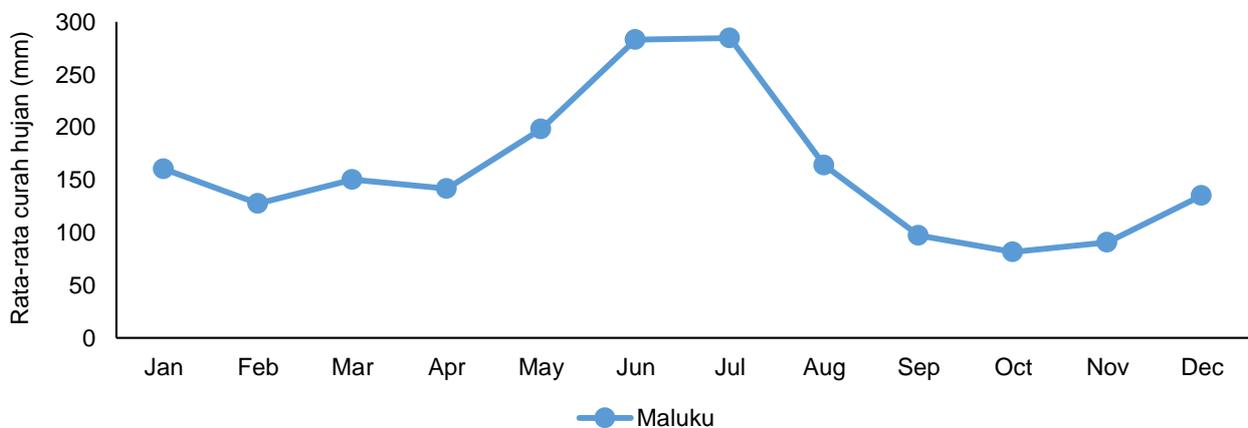
Pengaruh Curah Hujan pada Produksi Padi Gogo

Secara umum, produksi padi gogo secara nasional didominasi oleh wilayah yang berada pada tipe hujan monsunial, seperti Pulau Jawa yang memiliki kesamaan tipe hujan di setiap provinsinya. Pada sepuluh tahun terakhir, Jawa Timur secara konsisten berada pada urutan pertama dalam kontribusi produksi padi gogo secara nasional, diikuti Jawa Barat pada peringkat 3, Jawa Tengah peringkat 4, dan Jogjakarta pada peringkat 6 (PUSDATIN 2020). Sumatera Utara pada wilayah tipe hujan ekuatorial menduduki peringkat 2 pada tahun 2017 dengan produksi sebesar 466.407 ton, namun peringkat tersebut berfluktuasi pada sepuluh peringkat teratas.

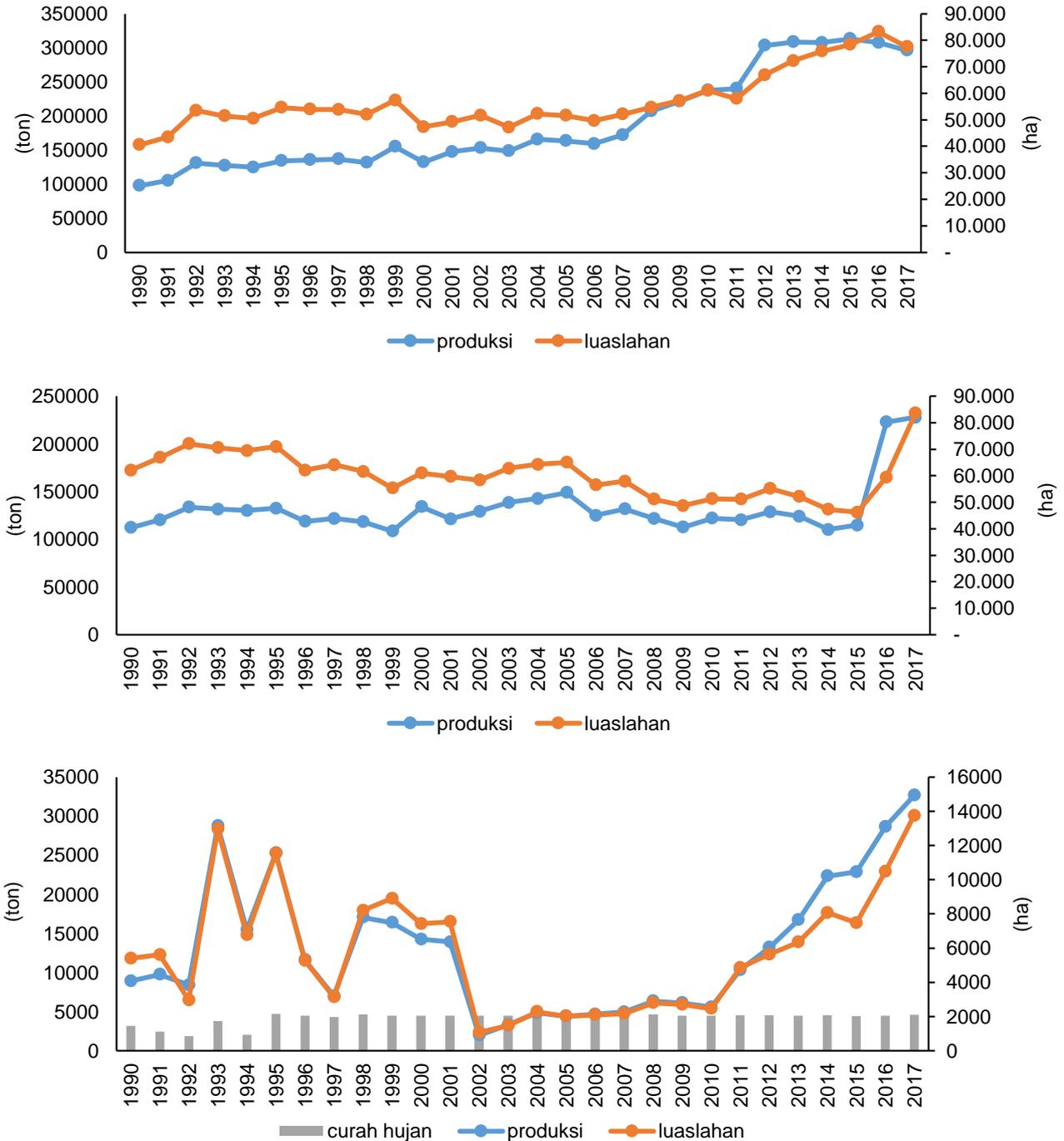
Gambar 4 menjelaskan fluktuasi rata-rata produksi pada lokasi penelitian berdasarkan tipe curah hujan. Trend penambahan produksi terlihat terjadi pada



Gambar 2 Fluktuasi curah hujan tipe monsunial di Kalimantan Selatan, Sulawesi Selatan, dan Jawa Timur pada Tahun 1990–2017 (sumber: climatecharts.net/ diakses 14 April 2022).



Gambar 3 Fluktuasi curah hujan tipe lokal di Maluku pada Tahun 1990–2017 (sumber: climatecharts.net/ diakses 14 April 2022).



Gambar 4 Grafik perkembangan rata-rata produksi padi gogo, luas lahan, dan curah hujan di wilayah tipe monsun (atas), ekuatorial (kiri bawah), dan lokal (kanan bawah) pada tahun 1990–2017.

ketiga wilayah curah hujan, namun kemiringan atau slope yang dimiliki pada tren musonal lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya. Sedikit berbeda dari kondisi produksi, luas lahan memiliki perbedaan antara musonal dan ekuatorial. Luas lahan musonal memiliki trend positif seiring dengan perkembangan trend produksi. Pada tipe ekuatorial mengalami trend negatif atau penurunan sebelum tahun 2015. Pada tahun 2015–2017 terjadi kenaikan rata-rata luas lahan yang tinggi yang juga meningkatkan kenaikan produksi padi gogo. Berdasarkan curah hujan, wilayah dengan

tipe ekuatorial memiliki curah hujan tertinggi pada periode 1990–2017.

Pengaruh luas lahan, waktu atau time, dan curah hujan dijelaskan pada Tabel 1. Kesemua persamaan kuadratik curah hujan pada produksi padi gogo tersebut menghasilkan Uji F dengan nilai p-value < 0,05 sehingga dapat dikatakan variabel independen dalam persamaan tersebut secara bersama-sama signifikan memengaruhi produksi padi gogo. Adapun tingkat keakuratan model dapat dilihat dari nilai R squared. Nilai R squared terendah terjadi pada persamaan produksi padi gogo di Kalimantan Barat

dengan nilai 0,552, yang mengartikan 55.2 persen dari nilai Y (produksi padi gogo) dapat diprediksikan secara tepat oleh model (variabel independen), sedangkan 44,8% lainnya dijelaskan oleh error atau variabel lain selain model.

Adapun persamaan lain memiliki R squared yang lebih tinggi bahkan mencapai 0,96 di Kalimantan Selatan. Hal ini menandakan bahwa model-model yang dihasilkan pada regresi nonlinear tersebut dapat digunakan untuk menghitung pengaruh curah hujan pada produksi padi gogo.

Variabel independen selain memengaruhi secara simultan/bersama-sama juga memengaruhi produksi dengan parsial. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai t hitung di Tabel 1. Hasil menunjukkan bahwa luas lahan dan time (teknologi) berpengaruh signifikan pada produksi padi gogo. Variabel curah hujan signifikan memengaruhi produksi padi gogo di wilayah Sumatera Utara (wilayah ekuatorial), Sulawesi Selatan (wilayah monsun), dan Maluku (wilayah lokal).

Adapun nilai perubahan produksi terhadap perubahan curah hujan dapat dihitung dengan menurunkan persamaan pada Tabel 1. Turunan persamaan pada Tabel 1 selanjutnya digunakan untuk menghitung perubahan produksi yang terjadi pada kondisi curah hujan pada periode tahun 1990–2017 di setiap provinsi penelitian.

Tabel 2 menjelaskan pengaruh perubahan curah hujan pada produksi padi gogo. Persamaan yang terbentuk di semua lokasi penelitian memiliki slope yang negatif. Hal ini mengakibatkan garis linear menurun ke kanan yang menandakan bahwa terjadi penambahan produksi yang lebih kecil dibandingkan dengan penambahan curah hujan. Pada titik tertentu

(y=0), akan terjadi pengurangan produksi seiring dengan penambahan curah hujan. Hal ini sesuai dengan karakteristik padi gogo yang tumbuh di lahan kering. Hal ini menandakan bahwa penyediaan varietas mempertimbangkan kondisi ekstrem musim hujan dan musim kemarau (Santoso 2016).

Karakteristik tipe hujan ekuatorial yang menyebar hampir sepanjang tahun masih memberikan pengaruh yang positif pada penambahan produksi padi gogo. Penambahan 1 mm curah hujan akan memberikan penambahan produksi rata-rata sebesar 3,15 ton, sedangkan wilayah monsun dan lokal yang memiliki puncak hujan dan kemarau yang tinggi memberikan pengaruh pengurangan produksi secara berturut-turut sebesar -0,17 ton dan -10,66 ton.

Berdasarkan uji beda menggunakan Mann-Whitney, terdapat perbedaan yang signifikan pada perubahan produksi akibat perubahan curah hujan yang terjadi di ketiga wilayah tersebut. Perbandingan nilai di zona ekuatorial dan monsun menghasilkan p-value 0,045, perbandingan nilai ekuatorial dengan lokal menghasilkan p-value 0,00, dan perbandingan monsun dengan lokal menghasilkan p-value 0,00. Hal ini menandakan bahwa tipe/pola curah hujan secara signifikan memengaruhi produksi padi gogo.

Peningkatan efektivitas budi daya padi gogo dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa pendekatan, seperti sistem intensifikasi padi gogo (Rice intensification system) dan management pemanenan air hujan. System rice intensification merupakan upaya peningkatan produksi melalui penggunaan sumber daya yang efektif. Secara ekonomi, sistem ini memiliki tingkat pengembalian 76% dibandingkan metode konvensional (Balamatti &

Tabel 1 Persamaan luas lahan, curah hujan, time pada produksi padi gogo

Provinsi	Model	F hitung	F tabel	p-value	R Squared	
Ekuatorial						
Sumatera Utara	$-1142836 + 5800T + 3.35 X_1 + 677.6X_2 - 0.111X_2^2$	95.34	2.64	$1.35 \cdot 10^{-14}$	0.673	
Kalimantan Barat	$-51218 + 1140T + 1.48 X_1 + 44.8X_2 - 0.0073X_2^2$	853.48	2.64	$2.61 \cdot 10^{-25}$	0.552	
Sulawesi Tengah	$-121638 + 232T + 1.72 X_1 + 75.9X_2 - 0.01X_2^2$	513.51	2.64	$8.61 \cdot 10^{-23}$	0.900	
Monsun						
Jawa Timur	$-324736 + 9180T + 4 X_1 + 131.8X_2 - 0.026X_2^2$	643.06	2.64	$6.63 \cdot 10^{-24}$	0.945	
Sulawesi Selatan	$-81736 + 1414T + 3.26 X_1 + 48.8X_2 - 0.01X_2^2$	195.73	2.64	$4.7 \cdot 10^{-18}$	0.945	
Kalimantan Selatan	$-26571 + 2556.4T + 2.28 X_1 + 3.926X_2 - 0.001X_2^2$	1325.81	2.64	$1.69 \cdot 10^{-27}$	0.960	
Lokal						
Maluku	$-19278 + 285.4T + 2.29 X_1 + 27.6X_2 - 0.01X_2^2$	354.47	2.64	$7.77 \cdot 10^{-21}$	0.955	
Uji Parsial						
		C	T hitung setiap koefisien			
			T	X ₁	X ₂	X ₂ ²
Sumatera Utara	$-1142836 + 5800T + 3.35 X_1 + 677.6X_2 - 0.111X_2^2$	-1.08	4.85*	5.68*	1.59	-1.82**
Kalimantan Barat	$-51218 + 1140T + 1.48 X_1 + 44.8X_2 - 0.0073X_2^2$	-0.26	2.55*	4.95*	0.38	-0.38
Sulawesi Tengah	$-121638 + 232T + 1.72 X_1 + 75.9X_2 - 0.01X_2^2$	-0.17	2.95*	12.31*	0.12	-0.07
Jawa Timur	$-324736 + 9180T + 4 X_1 + 131.8X_2 - 0.026X_2^2$	-1.88**	5.41*	0.99	0.99	-0.99
Sulawesi Selatan	$-81736 + 1414T + 3.26 X_1 + 48.8X_2 - 0.01X_2^2$	-2.75*	5.35*	15.56*	1.93*	-2.00*
Kalimantan Selatan	$-26571 + 2556.4T + 2.28 X_1 + 3.926X_2 - 0.001X_2^2$	-0.39	9.39*	8.46*	0.07	-0.09*
Maluku	$-19278 + 285.4T + 2.29 X_1 + 27.6X_2 - 0.01X_2^2$	-2.02*	4.81*	21.48*	2.00*	-2.00

Keterangan: * = signifikan pada level 5% dan ** = signifikan pada level 10%.

Tabel 2 Perubahan produksi padi gogo akibat perubahan curah hujan dan hasil uji Mann Whitney berdasarkan tipe curah hujan

	Ekuatorial	Monsun	Lokal
dY/dX ₂	Sumut : 677.6 – 0.222X ₂ Kalbar : 44.8 – 0.0146X ₂ Sulteng : 75.9 – 0.02X ₂	Jatim : 131.8 – 0.052X ₂ Sulsel : 48.8 – 0.02X ₂ Kalsel : 3.926 – 0.002X ₂	Maluku : 27.6X ₂ – 0.02X ₂
Mean	3.15	-0.17	-10.66
Std Error	4.68	2.07	1.3
Std Deviation	42.92	19.03	7.19
Variance	1842.442	362.30	51.82
Test Statistics			
Ekuatorial		Mann-Whitney U: 2896 Wilcoxon W : 6466 Z : -2.00 Asymp.Sig(2-tailed) : 0.045	Mann-Whitney U: 522 Wilcoxon W : 928 Z : -4.39 Asymp.Sig(2-tailed) : 0.000
Monsun			Mann-Whitney U: 450 Wilcoxon W : 856 Z : -4.881 Asymp.Sig(2-tailed) : 0.000

Uphoff 2017). Manajemen pemanenan air hujan memiliki prinsip menahan aliran air pada saat musim hujan dan mendistribusikan secara perlahan pada saat musim kemarau. Embung tidak hanya memenuhi kebutuhan pertanian, namun kebutuhan masyarakat. Pembuatan embung memperhatikan aspek hidrologi dan geoteknik (Darajat 2021). Aspek hidrologi termasuk analisis potensi air hujan, aliran air, dan tampungan embung. Sementara itu, aspek geoteknik diperlukan untuk menganalisis posisi embung yang tepat dibangun agar dapat menampung air, menahan, dan mengalirkannya secara efektif.

KESIMPULAN

Indonesia memiliki tiga tipe hujan yang berbeda; ekuatorial, monsun, dan lokal. Berdasarkan uji beda pada ketiga tipe curah hujan tersebut, tipe curah hujan ekuatorial memiliki pengaruh positif pada perubahan curah hujan, tipe curah hujan monsun dan lokal memiliki pengaruh negatif (penurunan produksi) pada perubahan curah hujan. Pengembangan padi gogo yang lebih intensif dapat dilakukan pada wilayah dengan tipe curah hujan ekuatorial. Tipe curah hujan ekuatorial selain memiliki jumlah hujan yang relatif tinggi dibanding tipe hujan lainnya, sebaran curah hujan di tiap bulan juga merata. Pengembangan padi gogo dapat dilakukan dengan perbaikan metode budi daya dan manajemen pemanenan air.

DAFTAR PUSTAKA

- [PUSDATIN]. 2020. Basis Data Statistik Pertanian. [internet]. [diakses pada tanggal 2 Februari 2020]. Tersedia pada: <https://Aplikasi2.Pertanian.Go.Id/Bdsp3/>.
- Aldrian E. 2014. *Pemahaman Dinamika Iklim di Negara Kepulauan Indonesia Sebagai Modalitas Ketahanan Bangsa*. In *Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Meteorologi dan Klimatologi*. Jakarta (ID): Puslitbang-BMKG. (pp. 1–73).
- Archontoulis SV, Miguez FE. 2014. Nonlinear Regression Models and Applications in Agricultural Research. *Agronomy Journal*. 107(2):786-798. <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0506>
- Balamatti A, Uphoff N. 2017. Experience with the system of rice intensification for sustainable rainfed paddy farming systems in India. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 41(6): 573–587. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1308898>
- Chanifah, C., Sahara, D., & Hartoyo, B. (2021). Sikap dan Tingkat Kepuasan Petani akan Introduksi Varietas Unggul Baru Padi Gogo. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 26(4): 511–520. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.4.511>
- Darajat EZ. 2021. Pemodelan 3D Embung Irigasi Pertanian Desa Gunung Tumpeng dengan DEM. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*. 4(1): 29-32.
- Gara NMI, Dwiridal L, Nugroho S. 2019. Analisis karakteristik periode ulang curah hujan dengan metode iwai kadoya untuk wilayah sumatera barat. *Pillar of Physics*. 12: 47–52.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2020. *Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2020–2024*. Jakarta (ID): Kementan.
- Ko J, Kim HY, Jeong S, An JB, Choi G, Kang S, Tenhunen J. 2014. Potential impacts on climate change on paddy rice yield in mountainous highland terrains. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 17(3): 117–126. <https://doi.org/10.1007/s12892-013-0110-x>

- Nazirah L, Sengli J. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Padi Gogo Pada Perlakuan Pemupukan. *Jurnal Floratek*, 10, 54–60.
- Pratiwi EPA, Sujono J, Jayadi R. 2012. Kajian Variabilitas Curah Hujan di Kawasan Lereng Gunung Merapi dengan Uji Mann-Kendall. *Info Teknik*. 13(1): 28–38.
- Ritchie I. 2021. *Precipitation Impact on Crop Yield*. University of Nebraska. [Tesis]. Lincoln (USA): University of Nebraska.
- Santoso AB. 2016. Pengaruh Perubahan Iklim terhadap Produksi Tanaman Pangan di Provinsi Maluku. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 35(1): 29–38.
- <https://doi.org/10.21082/jpptp.v35n1.2016.p29-38>
- Study AC, Quir J, Lib T, Rascher U. 2020. Sustainability Performance through Technology Adoption: A Case Study of Land Leveling in a Paddy Field.
- Supangat A. 2008. *Statistika Dalam Kajian Deskriptif, Inferensi, dan Nonparametrik*. Bandung (ID): Kencana.
- Zepner L, Karrasch P, Wiemann F, Bernard L. 2021. ClimateCharts.net—an interactive climate analysis web platform. *International Journal of Digital Earth*. 14(3): 338–356. <https://doi.org/10.1080/17538947.2020.1829112>