



Jurnal Agri Nauli

Agroteknologi, Agribisnis, Peternakan Dan Teknologi Hasil Pertanian

<https://jurnal.ugn.ac.id/index.php/jag>



Pendekatan Non Linier pada Estimasi Produktivitas Kelapa Sawit di Kabupaten Tapanuli Selatan

Novita Aswan^{1*)}, Yusra Fadhillah², Muhammad Noor Hasan Siregar³, Yudinar R Siagian⁴

^{1,4}Program Studi Agribisnis, Fakultas pertanian Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan, Indonesia

²Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas teknik Universitas Graha Nusantara Padangsidempuan, Indonesia

³Program Studi Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi, Universitas Graha Nusantara, Indonesia

EMAIL : novitaaswan9@gmail.com¹, yusra.fadilah18@gmail.com², noor.srg@gmail.com³

ABSTRACT

Palm oil productivity is a crucial aspect of the plantation industry in Indonesia, contributing significantly to both regional and national economies. Changes in climate conditions and unsustainable farming practices can directly impact the productivity and quality of palm oil, underscoring the need for thorough analysis. This study aims to estimate palm oil productivity in Tapanuli Selatan District using quadratic and exponential regression models to determine the superior model. The conclusion of this research indicates that the quadratic regression model provides more accurate estimations of palm oil production with an R^2 value of 0.971, demonstrating its ability to explain 97.1% of the variability in palm oil production. Both models show that land area and rainfall significantly influence palm oil production, but the quadratic model offers more precise and detailed estimations. Therefore, for more accurate and reliable palm oil production estimates, the quadratic regression model is the preferred choice, as it captures the complex effects of land area and rainfall on production more effectively compared to the exponential regression model.

Keywords : estimation, productivity, palm oil, quadratic regression, exponential regression

ABSTRAK

Produktivitas kelapa sawit merupakan salah satu aspek penting dalam industri perkebunan di Indonesia, memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian daerah dan negara. Perubahan kondisi iklim dan praktik pertanian yang tidak berkelanjutan dapat berdampak langsung pada produktivitas dan kualitas hasil kelapa sawit, membuat analisis yang mendalam menjadi penting. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan estimasi produktivitas kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli Selatan menggunakan model regresi kuadratik dan regresi eksponensial untuk menentukan model yang lebih baik. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa model regresi kuadratik lebih akurat dalam estimasi produksi kelapa sawit dengan nilai R^2 sebesar 0,971, menunjukkan kemampuan menjelaskan 97,1% variabilitas produksi kelapa sawit. Kedua model menunjukkan bahwa variabel luas lahan dan curah hujan memiliki pengaruh signifikan terhadap produksi kelapa sawit, namun model kuadratik memberikan estimasi yang lebih tepat dan mendetail. Oleh karena itu, untuk estimasi produksi kelapa sawit yang lebih akurat dan dapat diandalkan, model regresi kuadratik adalah pilihan terbaik, karena mampu menangkap pengaruh kompleks dari luas lahan dan curah hujan terhadap produksi dengan lebih baik dibandingkan model regresi eksponensial.

Kata kunci : estimasi, produktivitas, kelapa sawit, regresi kuadratik, regresi eksponensial

PENDAHULUAN

Produktivitas kelapa sawit merupakan salah satu aspek penting dalam industri perkebunan di Indonesia. Sebagai komoditas perkebunan, kelapa sawit menjadi salah satu

komoditas utama yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian daerah maupun negara. Produksi kelapa sawit menjadi indikator penting dalam menilai kontribusi ekonomi dan kesejahteraan masyarakat setempat. Faktor-faktor seperti

perubahan kondisi iklim dan praktik pertanian yang tidak berkelanjutan dapat berdampak langsung pada produktivitas dan kualitas hasil kelapa sawit sendiri.

Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian, Luas areal perkebunan kelapa sawit di tanah air selama Tahun 2017 sampai 2021 mengalami trend/kenaikan yang semakin meningkat. Pada tahun 2021 luas perkebunan kelapa sawit mencapai 15,08 juta hektare (ha). Ini menunjukkan bahwa ada kenaikan sebesar 1,5% Luas perkebunan dibanding tahun sebelumnya yang seluas 1,48 juta ha. Dari 15,08 juta ha, mayoritas dimiliki oleh perkebunan besar swasta (PBS) yaitu seluas 8,42 juta ha (55,8%). Kemudian, perkebunan rakyat (PR) seluas 6,08 juta ha (40,34%) dan perkebunan besar negara (PBN) seluas 579,6 (tibu ha)(3,84%). Kementan juga mencatat, jumlah produksi kelapa sawit nasional sebesar 49,7 juta ton pada 2021. Angka tersebut naik 2,9% dari tahun sebelumnya yang berjumlah 48,3 juta ton. Areal perkebunan kelapa sawit tersebar di 26 provinsi di Indonesia. (Yanti & Agustiar, 2023).

Sumatera Utara merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memberikan kontribusi besar dalam produksi kelapa sawit nasional. Berdasarkan data BPS, pada tahun 2022, luas wilayah perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara mencapai 490,16 ribu Ha dengan hasil produksi mencapai 5,99 juta ton, menjadikannya daerah ketiga terbesar penyumbang produksi kelapa sawit di Indonesia (Sadya, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa eksistensi tanaman kelapa sawit dari Sumatera Utara mengalami kenaikandari tahun-tahun sebelumnya. Dari 25 kabupaten dan 8 kota di Sumatera Utara, sebanyak 21 daerah memiliki perkebunan kelapa sawit. Salah satu daerah tersebut adalah Tapanuli Selatan. Kabupaten Tapanuli Selatan memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang cukup tinggi dan suhu yang stabil, yang sangat mendukung pertumbuhan kelapa sawit. Selain itu, Tapanuli Selatan memiliki lahan yang cukup luas yang masih bisa dikembangkan untuk perkebunan kelapa sawit. Banyak lahan di wilayah ini yang

belum dimanfaatkan secara optimal. (Aswan et al., 2023). Menurut data BPS, pada tahun 2021, luas tanam perkebunan kelapa sawit di Tapanuli Selatan mencapai 12,92 ribu Ha dengan hasil produksi sebesar 186,63 ribu ton. Data BPS menunjukkan peningkatan hasil produksi meskipun ada penurunan luas tanam sejak tahun 2020 (BPS, 2023). Hal ini menandakan potensi perkembangan kelapa sawit di Tapanuli Selatan cukup menjanjikan.

Seperti daerah lainnya di Indonesia, deforestasi terjadi secara signifikan di Kabupaten Tapanuli Selatan. Hutan dan lahan pertanian sering dialihfungsikan menjadi perkebunan kelapa sawit. Banyak kasus perluasan lahan perkebunan kelapa sawit rakyat yang merambah hutan konvensional dan lahan pertanian lainnya. Ini menunjukkan tantangan dalam menyeimbangkan antara pertumbuhan ekonomi dan kelestarian alam. Perubahan iklim, fluktuasi harga kelapa sawit di pasar global, serta praktik pertanian yang kurang berkelanjutan dan konflik lahan dapat mempengaruhi produktivitas perkebunan kelapa sawit (Zein et al., 2021). Data dari BPS menunjukkan bahwa luas tanam kelapa sawit di Tapanuli Selatan meningkat signifikan pada tahun 2018, meskipun terjadi penurunan pada tahun 2022.

Sejak tahun 2010, produktivitas kelapa sawit di Sumatera Utara relatif meningkat dari tahun ke tahun. Meskipun terjadi penurunan luas tanam kelapa sawit, produktivitas di Kabupaten Tapanuli Selatan tetap tidak terpengaruh, menunjukkan perlunya kebijakan yang mendukung potensi pengembangan kelapa sawit, khususnya untuk perkebunan rakyat. Produktivitas kelapa sawit meningkat pada umur 4-15 tahun dan menurun setelah 15-25 tahun. Setiap pohon sawit dapat menghasilkan 10-15 tandan buah segar (TBS) per tahun dengan berat 3-40 kg per tandan, tergantung umur tanaman. Volume produksi per hektar sangat menentukan pendapatan, sehingga produktivitas dan harga TBS menjadi faktor kritis. Selain itu, luas lahan dan jenis bibit juga mempengaruhi produktivitas, dengan intensitas pemeliharaan yang perlu diperhatikan untuk produksi optimal

(Nainggolan, 2021). Banyak petani mengalihfungsikan lahan karena pertimbangan pendapatan yang lebih tinggi dari kelapa sawit dibandingkan dengan padi. Hal ini terjadi di beberapa daerah di Sumatera Utara, termasuk Tapanuli Selatan, seperti di Kecamatan Angkola Sangkumur dan Kecamatan Muara Batangtoru, di mana banyak lahan padi dialihfungsikan menjadi perkebunan kelapa sawit (Aswan & Tanjung, 2021).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengkaji isu-isu keberlanjutan dan produktivitas kelapa sawit di tingkat global dan regional. Penelitian oleh Yusuf Iman Katabba dan Kezia Steffani tentang Penerapan Model Self-Exciting Threshold Autoregressive (SETAR) Nonlinear dalam Memodelkan Data Harga Minyak Sawit (FCPOc1) yang mana menghasilkan kesimpulan bahwa analisis menggunakan metode SETAR menghasilkan model SETAR (3,1,1) dengan ambang batas (r) = 0,01626070 di mana nilai kecocokan mendekati nilai data aktual dan nilai prediksi mengikuti pola data actual yang berarti bahwa Hasil prediksi dari model tersebut menghasilkan data prediksi yang berbanding lurus dengan plot data aktual di akhir dimana fluktuasi data prediksi cenderung menurun mengikuti pola data sebenarnya (Katabba & Estefani, 2023) Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Benedikta Nusti Chandra, Naomi Nessyana Debatara dan Nurfitri Imro'ah tentang Model Logistic Smooth Transition Autoregressive Pada Produksi Kelapa Sawit. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan estimasi parameter model LSTAR dan model penerapannya pada produksi kelapa sawit di PT. XYZ. Tahapan pengerjaan dimulai dengan membagi data menjadi in-sample dan out-sample, kemudian melihat plot deret waktu dan menguji kestasioneran data. Setelah data stasioner dilakukan pengujian nonlinieritas, membuat plot PACF dan menentukan orde LSTAR. Langkah selanjutnya mengestimasi parameter LSTAR dan membentuk model LSTAR, melakukan estimasi produksi kelapa sawit pada data out-sample. Langkah terakhir

melakukan uji diagnostik. Hasil penelitian menunjukkan model LSTAR(4,2) adalah model terbaik dengan MAPE sebesar 17,07% yang berarti kemampuan model yang digunakan baik. (Chandra et al., 2021). Selanjutnya, dari hasil penelitian yang dilakukan penulis sendiri sebelumnya tentang Analisis Regresi Linier dalam Estimasi Produktivitas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Di Kabupaten Tapanuli Selatan yang mana dari penelitian ini diperoleh bahwa Berdasarkan model regresi yang diperoleh, sebesar 90,7% faktor-faktor produktivitas kelapa sawit dapat dijelaskan oleh variabel produksi, luas tanam dan curah hujan. Sedangkan sisanya yakni sebesar 9,3% dapat dijelaskan oleh faktor-faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini. Variabel-variabel yang mempengaruhi peningkatan produktivitas kelapa sawit adalah variabel produksi dan curah hujan. Sedangkan variabel yang mempengaruhi penurunan produktivitas adalah variabel luas tanam. Rata-rata peningkatan produktivitas kelapa sawit di Tapanuli Selatan dari tahun 2008 sampai dengan 2022 sebesar 11,51% dengan rata-rata produksi sebesar 90,86 ribu ton dan luas tanam 7,57 ribu Ha dan rata-rata curah hujan sebesar 959, 51 mm. Dengan memahami faktor-faktor kunci yang memengaruhi produktivitas kelapa sawit, diharapkan dapat diambil langkah-langkah strategis untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sektor perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli Selatan. (Aswan et al., 2024).

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya tersebut, dapat terlihat bahwa ada beberapa perbedaan nilai dan angka serta keputusan akhir tentang estimasi produksi kelapa sawit. Oleh karena itu sejalan dengan tujuan penelitian ini, penulis tertarik melakukan estimasi menggunakan model linier yang dalam penelitian ini menggunakan analisis regresi kuadratik dan regresi ekponensial yang mana akan dilihat model mana yang lebih baik dalam melakukan estimasi terhadap produktivitas kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli selatan. penulis berharap artikel ini dapat memberikan

kontribusi penambahan pengetahuan bagi pihak-pihak terkait yang membutuhkan.

$$Y = ae^{b_1X_1+b_2X_2}$$

Dimana:

Y = Produksi kelapa sawit

X₁ = Luas lahan

X₂ = Curah hujan

a, b₁, b₂= Koefisien regresi

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder produksi kelapa sawit, luas lahan kelapa sawit dan curah hujan Kabupaten Tapanuli selatan dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2023. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistika Kabupaten Tapanuli selatan yang diakses melalui halaman

<https://tapanuliselatankab.bps.go.id/>.

Kabupaten Tapanuli selatan dipilih sebagai objek penelitian berdasarkan pertimbangan dimana Kabupaten Tapanuli merupakan salah satu wilayah utama penghasil kelapa sawit di Sumatera Utara, dengan luas areal perkebunan kelapa sawit mencapai lebih dari 100.000 Ha.

Penelitian ini menggunakan pendekatan non-linier, yaitu regresi kuadratik dan regresi eksponensial. Kedua metode ini dipilih untuk melihat hubungan antara luas lahan dan curah hujan terhadap produksi kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli.

a. Regresi Kuadratik

Regresi kuadratik digunakan untuk melihat pengaruh luas lahan dan curah hujan terhadap produksi kelapa sawit dengan model persamaan kuadratik. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut(Lolombulan, 2022):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_1^2 + b_4X_2^2 + e$$

Dimana:

Y = Produksi kelapa sawit

X₁ = Luas lahan

X₂ = Curah hujan

a, b₁, b₂, b₃, b₄ = Koefisien regresi

e = Error term

b. Regresi Eksponensial

Regresi eksponensial digunakan untuk melihat pengaruh luas lahan dan curah hujan terhadap produksi kelapa sawit dengan model eksponensial. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut(Lolombulan, 2022):

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan – tahapan sebagai berikut(Jamora, 2020):

1. **Pengumpulan Data:** Mengumpulkan data luas lahan, produksi kelapa sawit, dan curah hujan dari sumber-sumber yang telah disebutkan.
2. **Pra-pengolahan Data:** Melakukan pengecekan dan pembersihan data untuk memastikan data yang digunakan valid dan dapat diandalkan.
3. **Analisis Data:**
 - Melakukan analisis regresi kuadratik untuk melihat hubungan antara luas lahan dan curah hujan terhadap produksi kelapa sawit.
 - Melakukan analisis regresi eksponensial untuk membandingkan hasil dengan metode regresi kuadratik.
4. **Interpretasi Hasil:** Menafsirkan hasil analisis regresi dan menentukan model mana yang paling baik dalam mengestimasi produksi kelapa sawit.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi dengan model non linier 1 (regresi kuadratik)

Berdasarkan Hasil analisis regresi non-linier yang dilakukan menggunakan perangkat

lunak SPSS pada model non linier 1 menunjukkan bahwa Nilai R = 0,985 dengan Nilai R² = 0,971. Hal ini terlihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Output analisis korelasi model non linier 1 (regresi kuadratik)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.985 ^a	.971	.957	11674.25231

a. Predictors: (Constant), X1.X2, X1_squared, X2_squared, Curah Hujan, Luas Lahan

b. Dependent Variable: Produksi

Koefisien korelasi (R) sebesar 0,985 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara variabel independen (luas lahan dan curah hujan) dengan variabel dependen (produksi kelapa sawit). Nilai ini mendekati 1, yang mengindikasikan korelasi positif yang sangat tinggi. Sementara itu, Nilai R² sebesar 0,971 menunjukkan bahwa 97,1% variasi dalam produksi kelapa sawit dapat dijelaskan oleh model regresi yang menggunakan luas lahan dan curah hujan sebagai variabel prediktor. Ini berarti model yang digunakan memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menjelaskan variabilitas data. Kemudian berdasarkan output tabel ANOVA diperoleh Nilai Signifikansi = 0,000, dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Hasil output tabel ANOVA Model non linier 1 (regresi kuadratik)

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4.579E10	5	9.159E9	67.203	.000 ^a
	Residual	1.363E9	10	1.363E8		
	Total	4.716E10	15			

a. Predictors: (Constant), X1.X2, X1_squared, X2_squared, Curah Hujan, Luas Lahan

b. Dependent Variable: Produksi

Nilai signifikansi sebesar 0,000 menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan adalah signifikan secara statistik. Nilai p-value yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang nyata antara variabel independen (luas lahan dan curah hujan) dengan variabel dependen (produksi kelapa sawit). Selanjutnya Nilai-nilai koefisien regresi dari tabel coefficients untuk model regresi non linier 1 dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Hasil output nilai koefisien model non linier 1 (regresi kuadratik)

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Beta	Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error				
1	(Constant)	-192750.239	53958.111		-3.572	.005
	Luas Lahan	60.335	14.747	4.108	4.091	.002
	Curah Hujan	19.937	24.762	.271	.805	.439
	X1_squared	-.003	.001	-3.147	-3.135	.011
	X2_squared	-.007	.007	-.253	-1.091	.301
	X1.X2	.000	.002	-.038	-.219	.831

a. Dependent Variable: Produksi

Berdasarkan hasil tersebut, persamaan regresi non-linier untuk model non linier 1 yang dihasilkan adalah:

$$Y = -192750,239 + 60,335X_1 + 19,934X_2 - 0,003X_1^2 -$$

Nilai Konstanta (a) = **-192750,239** yang menunjukkan nilai produksi kelapa sawit ketika luas lahan dan curah hujan adalah nol. Meskipun secara praktis tidak mungkin, konstanta ini penting dalam membentuk persamaan regresi. **Koefisien Luas Lahan** (X_1) = **60,335** menunjukkan bahwa Setiap peningkatan 1 hektar luas lahan diperkirakan akan meningkatkan produksi kelapa sawit sebesar 60,335 ton, dengan asumsi variabel lainnya konstan. **Koefisien Curah Hujan** (X_2) = **19,934** menunjukkan bahwa Setiap peningkatan 1 mm curah hujan diperkirakan akan meningkatkan produksi kelapa sawit sebesar 19,934 ton, dengan asumsi variabel lainnya konstan. **Koefisien Kuadrat Luas Lahan** (X_1^2) = **-0,003** dimana Nilai negatif ini menunjukkan bahwa ada efek negatif dari peningkatan luas lahan pada tingkat yang lebih tinggi terhadap produksi kelapa sawit, menunjukkan adanya titik balik dimana peningkatan luas lahan tidak lagi seefektif pada awalnya. Kemudian **Koefisien Kuadrat Curah Hujan** (X_2^2) = **-0,007** dimana Nilai negatif ini menunjukkan bahwa ada efek negatif dari peningkatan curah hujan pada tingkat yang lebih tinggi terhadap produksi kelapa sawit, menunjukkan adanya titik balik dimana peningkatan curah hujan tidak lagi seefektif pada awalnya. Selanjutnya adalah **Koefisien Interaksi Luas Lahan dan Curah Hujan** (X_1X_2) = **0,000** yang menunjukkan bahwa interaksi antara luas lahan dan curah hujan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produksi kelapa sawit. Selanjutnya, Berdasarkan Hasil analisis regresi non-linier yang dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS pada model non linier 2 menunjukkan bahwa Nilai $R = 0,957$ dengan Nilai $R^2 = 0,915$. Hal ini terlihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Output analisis korelasi model non linier 2 (regresi eksponensial)

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.957 ^a	.915	.902	.18006

a. Predictors: (Constant), Curah Hujan, Luas Lahan

b. Dependent Variable: Ln_Y

Koefisien korelasi (R) sebesar 0,985 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara variabel independen (luas lahan dan curah hujan) dengan variabel dependen (produksi kelapa sawit). Nilai ini mendekati 1, yang mengindikasikan korelasi positif yang sangat tinggi. Sementara itu, Nilai R^2 sebesar 0,915 menunjukkan bahwa 91,5% variasi dalam produksi kelapa sawit dapat dijelaskan oleh model regresi yang menggunakan luas lahan dan curah hujan sebagai variabel prediktor. Ini berarti model yang digunakan memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menjelaskan variabilitas data. Kemudian berdasarkan output tabel ANOVA diperoleh Nilai Signifikansi = 0,000, dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Output analisis ANOVA model non linier 2 (regresi eksponensial)

ANOVA^b

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regressi on	4.557	2	2.279	70.286	.000 ^a
Residual	.421	13	.032		
Total	4.979	15			

a. Predictors: (Constant), Curah Hujan, Luas Lahan

b. Dependent Variable: Ln_Y

Nilai signifikansi sebesar 0,000 menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan adalah signifikan secara statistik. Nilai p-value yang lebih kecil dari 0,05 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang nyata antara variabel independen (luas lahan dan curah hujan) dengan variabel dependen (produksi kelapa sawit). Selanjutnya Nilai-

nilai koefisien regresi dari tabel coefficients untuk model regresi non linier 2 dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Output nilai koefisien model non linier 2 (regresi eksponensial)

Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	10.110	.134		75.644	.000
Luas Lahan	.000	.000	.967	11.729	.000
Curah Hujan	4.397E-5	.000	.058	.706	.493

a. Dependent Variable: Ln_Y

Berdasarkan hasil tersebut, persamaan regresi non-linier untuk model non linier 2 yang dihasilkan adalah:

$$Y = 10.110e^{0,00X_1 + 0,00004397X_2}$$

Dari model non linier 2 terlihat bahwa nilai konstanta adalah 10,110 menunjukkan bahwa saat X1 dan X2 adalah 0, eksponen dari konstanta ini adalah dasar dari nilai Y. nilai ini merupakan titik awal dari prediksi Y. sedangkan nilai 0,00 untuk X1 menunjukkan bahwa X1 tidak memiliki pengaruh terhadap Y dalam model ini. Hal ini berarti setiap perubahan dalam X1 tidak akan mempengaruhi Y. sementara itu, nilai koefisien 0,00004397 untuk X2 menunjukkan bahwa memiliki pengaruh yang sangat kecil terhadap Y. artinya, peningkatan satu unit dalam X2 akan meningkatkan Y dengan faktor $e^{0,00004397}$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan analisis dari kedua model non linier (regresi kuadratik dan eksponensial) luas lahan dan curah hujan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap produksi kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli. Nilai R yang tinggi menunjukkan bahwa model yang digunakan memiliki hubungan yang sangat kuat dengan variabel dependen. R Square yang tinggi menunjukkan bahwa model ini mampu menjelaskan sebagian besar variabilitas data. Nilai signifikansi yang sangat kecil (0,000) menegaskan bahwa hubungan antara variabel independen dan dependen adalah nyata dan signifikan secara statistik. Koefisien regresi menunjukkan bahwa luas lahan dan curah hujan berkontribusi positif terhadap peningkatan produksi kelapa sawit, namun pada tingkat yang lebih tinggi, efek tersebut cenderung menurun sebagaimana ditunjukkan oleh koefisien kuadrat yang negatif. Penelitian ini mengindikasikan bahwa manajemen lahan dan optimasi curah hujan merupakan faktor penting dalam meningkatkan produksi kelapa sawit. Hasil ini dapat menjadi dasar bagi para pembuat kebijakan dan praktisi pertanian untuk mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam meningkatkan produktivitas kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli.

Berdasarkan perbandingan antara kedua model regresi, Regresi Kuadratik memiliki nilai R² yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa model ini mampu menjelaskan variasi data produksi kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli Selatan dengan lebih baik daripada regresi eksponensial. Meskipun regresi eksponensial memberikan interpretasi yang lebih sederhana (dalam bentuk eksponensial), nilai R² yang lebih rendah menandakan bahwa model ini mungkin tidak secara tepat memodelkan pola variabilitas data dengan presisi sebagaimana

yang dilakukan oleh regresi kuadrat. Dengan demikian, untuk memprediksi produktivitas kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli Selatan, model regresi kuadrat dapat dianggap sebagai pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan regresi eksponensial. Model ini tidak hanya memiliki nilai R^2 yang lebih tinggi, tetapi juga mampu menangkap hubungan kompleks antara luas lahan, curah hujan, dan produksi kelapa sawit yang dapat digunakan untuk keperluan perencanaan dan pengambilan keputusan di sektor perkebunan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang membandingkan model regresi kuadrat dan eksponensial untuk memprediksi produktivitas kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli Selatan, diperoleh beberapa kesimpulan utama:

1. Model regresi kuadrat lebih akurat dalam estimasi produksi kelapa sawit di Kabupaten Tapanuli Selatan dengan nilai R^2 sebesar 0,971, menunjukkan bahwa model ini mampu menjelaskan 97,1% variabilitas produksi kelapa sawit.
2. Kedua model, baik regresi kuadrat maupun eksponensial, menunjukkan bahwa variabel luas lahan dan curah hujan memiliki pengaruh signifikan terhadap produksi kelapa sawit, namun model kuadrat memberikan estimasi yang lebih tepat dan mendetail.
3. Untuk estimasi produksi kelapa sawit yang lebih akurat dan dapat diandalkan, model regresi kuadrat adalah pilihan terbaik, karena mampu menangkap pengaruh kompleks dari luas lahan dan curah hujan terhadap produksi dengan lebih baik dibandingkan model regresi eksponensial

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. Disarankan menggunakan model regresi kuadrat untuk perencanaan dan pengambilan keputusan karena memiliki kemampuan prediksi yang lebih baik.
2. Perencanaan penggunaan lahan yang optimal dan manajemen air yang tepat harus dipertimbangkan untuk memaksimalkan produktivitas kelapa sawit.
3. Pemerintah dan praktisi pertanian perlu mengembangkan kebijakan yang mendukung keberlanjutan dan efisiensi produksi kelapa sawit dengan investasi dalam teknologi dan praktik pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswan, N., Fadhilah, Y., Noor, M., & Siregar, H. (2023). Clusterisasi Kabupaten/Kota di Sumatera Utara Berdasarkan Luas Tanam dan Hasil Produksi Kelapa Sawit. *EDUSAINS: Journal of Education and Science*, 01(01), 25–32.
- Aswan, N., Fadhilah, Y., Noor, M., Siregar, H., & Rina, N. (2024). Analisis Regresi Linier dalam Estimasi Produktivitas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Di Kabupaten Tapanuli Selatan. 4, 10264–10276.
- Aswan, N., & Tanjung, Y. W. (2021). Analisis Faktor-Faktor Pendapatan Petani Kelapa Sawit (Studi Kasus: Desa Terapung Raya Muara Batangtoru). *Jurnal Education and Development*, 9(1), 549. <https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/2417>
- BPS. (2023). *Statistik Daerah Kabupaten Tapanuli Selatan tahun 2023*. Badan Pusat Statistik Tapanuli Selatan.
- Chandra, B. N., Debatara, N. N., & Imro'ah, N. (2021). Model Logistic Smooth Transition Autoregressive Pada

- Produksi Kelapa Sawit. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 10(3), 369–378.
- Jamora, A. G. (2020). *METODOLOGI PENELITIAN: Kualitatif dan Kuantitatif*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
- Katabba, Y. I., & Estefani, K. (2023). Penerapan Model Self-Exciting Threshold Autoregressive (SETAR) Nonlinear dalam Memodelkan Data Harga Minyak Sawit (FCPOc1). *Mathematical Sciences and Applications Journal*, 4(1), 33–39.
- Lolombulan, J. H. (2022). *Model-Model Analisis Regresi Nonlinear Dalam Riset Sosial*. Penerbit ANDI.
- Nainggolan, E. W. (2021). *Analisis Pendapatan Usahatani Kelapa Sawit Rakyat serta Kontribusinya Terhadap Total Pendapatan Keluarga Petani dan Tingkat Kesejahteraan Petani*. Universitas HKBP Nomensen.
- Sadya, S. (2023). *Produksi Kelapa Sawit Indonesia Capai 45,58 Juta ton pada 2022*. DataIndonesia.Id. <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/produksi-kelapa-sawit-indonesia-capai-4558-juta-ton-pada-2022>
- Yanti, A., & Agustiar. (2023). Analisis Produksi Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit (*elais quineensis jacq.*) Afdeling 1 di Kebun Batee Puteh PT. Agro Sinergi Nusantara (ASN). *Pertanian Agros*, 25(1), 521–528.
- Zein, Z., Kuswardani, R. A., & Lubis, Y. (2021). Kajian Strategi Integrasi Nilai-Nilai Keberlanjutan Kedalam Proses Pembangunan Kelapa Sawit Rakyat di Tapanuli Selatan. *Jurnal Agrica*, 14(1), 33–47. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/agrica>