



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. TH Indo Plantations Kebun Sentigi Afdeling IV, Desa Tanjung Simpang, Kecamatan Pelangiran, Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau. Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Maret 2026. Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan bahwa PT. TH Indo Plantations Kebun Sentigi Afdeling IV memiliki potensi dan karakteristik produksi yang relevan untuk dianalisis dalam penelitian efisiensi penggunaan faktor-faktor produksi pada perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Indragiri Hilir.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua metode utama dalam pengumpulan data, yaitu dokumentasi dan dataset statistik. Kedua metode ini digunakan untuk memperoleh informasi yang relevan dan akurat terkait efisiensi penggunaan faktor-faktor produksi pada perkebunan kelapa sawit di PT. TH Indo Plantations Kebun Sentigi Afdeling IV, Desa Tanjung Simpang, Kecamatan Pelangiran.

1. Dokumentasi

Metode dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data dari berbagai dokumen dan arsip resmi perusahaan maupun instansi terkait. Sumber data utama berasal dari laporan internal PT. TH Indo Plantations, yang mencakup data luas lahan, jumlah tenaga kerja, volume pupuk, serta hasil panen tandan buah segar (TBS). Data ini kemudian diseleksi dan diverifikasi agar sesuai dengan kebutuhan penelitian.



2. Dataset Statistik

Metode ini digunakan untuk memperoleh data dalam bentuk statistik sekunder yang telah dipublikasikan oleh lembaga resmi, seperti Badan Pusat Statistik (BPS) dan Statistik Perkebunan Indonesia. Dataset yang dikumpulkan meliputi data deret waktu (*time series*) dan data lintas sektoral (*cross section*) terkait produktivitas, penggunaan input produksi, serta indikator efisiensi di sektor perkebunan kelapa sawit yang berfungsi untuk memperkuat analisis kuantitatif dan memberikan pembandingan terhadap kondisi aktual di lokasi penelitian.

3.3 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif berupa data sekunder yang diperoleh dari kegiatan operasional perkebunan kelapa sawit PT. TH Indo Plantations Kebun Sentigi Afdeling IV, Desa Tanjung Simpang, Kecamatan Pelangiran. Data yang digunakan merupakan data panel (gabungan data *time series* dan data *cross section*), meliputi penggunaan faktor-faktor produksi serta jumlah hasil produksi. Jumlah data observasi sebanyak 21 observasi, dari 7 blok produktif selama 3 tahun (2022-2024). Data yang digunakan meliputi:

Tabel 1. Data Panel Input dan Output Produksi Kelapa Sawit.

Tahun	Blok	Produksi (Kg)	Tenaga Kerja (Hok)	Pupuk NPK (Kg)	Pupuk Zincobo (Kg)
2022					



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

2023					
2024					

3.4 Metode Analisis Data

Metode analisis data dilakukan secara sistematis untuk memastikan keakuratan estimasi dan validitas interpretasi ekonomi. Tahapan analisis diawali dengan mentransformasikan model fungsi produksi *Frontier Cobb-Douglas* ke dalam bentuk Logaritma natural (Ln) guna melinearkan hubungan antarvariabel. Terhadap data yang telah ditransformasikan tersebut, dilakukan serangkaian uji asumsi klasik yang meliputi uji normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi. Langkah ini wajib diselesaikan terlebih dahulu guna menjamin bahwa model terbebas dari gangguan statistik serta memenuhi prasyarat dasar ekonometrika. Setelah seluruh asumsi klasik terpenuhi, model linear tersebut diestimasi menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) sebagai model awal demi menghasilkan pendugaan parameter yang memenuhi kriteria *Best*



Linear Unbiased Estimator (BLUE). Nilai koefisien regresi pada tahap OLS ini nantinya dapat diinterpretasikan secara langsung sebagai nilai elastisitas produksi.

Tahap akhir analisis dilakukan dengan menggunakan metode *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) berbasis *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Pendekatan MLE ini digunakan untuk mengestimasi tingkat efisiensi teknis serta mengetahui sebaran inefisiensi pada unit observasi. Melalui metode akhir ini, dilakukan pula pengujian terhadap nilai Gamma (γ) dan *Likelihood Ratio Test* untuk membuktikan keberadaan efek inefisiensi dalam model sekaligus memastikan keandalan model *frontier* dalam menggambarkan kondisi produktivitas di lokasi penelitian.

3.4.1 Uji Asumsi Klasik

Sebelum estimasi parameter fungsi produksi dan analisis efisiensi lebih mendalam, tahapan analisis data mewajibkan pelaksanaan serangkaian pengujian asumsi klasik terhadap model regresi *Ordinary Least Square* (OLS). Pengujian ini krusial dalam penelitian kuantitatif guna memastikan estimator model OLS sejalan dengan kriteria *Best Linear Unbiased Estimator* (BLUE). Melalui pemenuhan seluruh asumsi teoretis ini, peneliti memastikan nilai pendugaan parameter terbebas dari bias statistik, bersifat efisien dalam varians minimum, serta konsisten. Jaminan ini membuat output analisis lebih objektif, tepercaya, dan akurat menggambarkan produktivitas nyata di lingkungan perkebunan. Secara operasional, pengujian terhadap model estimator OLS ini mencakup uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas, dan uji autokorelasi.



1. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mendeteksi apakah data residual dalam model memiliki distribusi normal atau tidak. Model regresi yang valid mensyaratkan nilai residual yakni selisih antara nilai pengamatan dengan nilai prediksi menyebar mengikuti kurva normal di sekitar nilai rata-rata nol. Pemenuhan asumsi ini penting guna menjamin ketepatan estimasi parameter sehingga hasil analisis dapat dipertanggungjawabkan secara statistik.

Dalam penelitian ini, pengujian normalitas dilakukan secara statistik dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena sampel hanya berjumlah 21 observasi. Penggunaan metode statistik ini dipilih karena mampu memberikan gambaran distribusi secara lebih detail melalui perbandingan antara distribusi nilai dari data aktual dengan distribusi nilai dari distribusi normal. Dengan melihat hasil signifikansi secara statistik, peneliti dapat mengidentifikasi apakah terdapat penyimpangan yang signifikan terhadap asumsi normalitas di sepanjang angka signifikansi. Menurut Ghozali (2018), kriteria pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Jika nilai signifikansi berada di atas nilai 0,05, maka model regresi memenuhi asumsi normalitas.
- 2) Jika nilai signifikansi berada jauh di bawah nilai 0,05, maka model regresi tidak memenuhi asumsi normalitas.

2. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk memastikan tidak adanya korelasi yang sangat tinggi atau hubungan linier yang sempurna antarvariabel independen dalam model regresi. Keberadaan multikolinearitas harus dihindari karena dapat



menyebabkan nilai koefisien regresi menjadi tidak stabil, sehingga sulit untuk mengisolasi pengaruh murni dari masing-masing faktor produksi terhadap output. Dalam konteks fungsi produksi *frontier Cobb-Douglas*, model yang bebas dari masalah ini sangat penting agar nilai elastisitas yang diperoleh benar-benar mencerminkan kontribusi nyata dari setiap input.

Pengujian ini dilakukan dengan menganalisis nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) dan *Tolerance*. Melalui parameter ini, variabel independen yang digunakan dalam penelitian, yaitu tenaga kerja (Hok), pupuk NPK (Kg), dan pupuk Zincobo (Kg), dipastikan tidak memiliki hubungan ketergantungan yang kuat satu sama lain sehingga model tetap valid dan reliabel. Menurut Hair *et al.* (2010), kriteria pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Jika nilai $VIF < 10$ dan $Tolerance > 0,10$, maka model dinyatakan tidak memiliki masalah multikolinearitas.
- 2) Jika nilai $VIF \geq 10$ dan $Tolerance \leq 0,10$, maka model dinyatakan memiliki masalah multikolinearitas.
3. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan varians dari residual satu pengamatan ke pengamatan yang lain. Model regresi yang baik mensyaratkan adanya varians yang konstan atau bersifat homoskedastisitas. Terpenuhiya asumsi ini sangat penting dalam analisis fungsi produksi untuk menjamin keakuratan pendugaan koefisien faktor-faktor produksi, sehingga estimasi parameter tetap bersifat *Best Linear Unbiased Estimator* (BLUE), efisien, dan memiliki reliabilitas yang tinggi.



Dalam penelitian ini, deteksi terhadap heteroskedastisitas dilakukan dengan menggunakan Uji *Glejser*. Metode ini dipilih karena memberikan hasil yang lebih objektif dan akurat dibandingkan dengan analisis visual. Uji *Glejser* dilakukan dengan cara meregresikan nilai absolut residual yang diperoleh dari model fungsi produksi *Frontier Cobb-Douglas* (dalam bentuk Ln) terhadap masing-masing variabel independen (faktor-faktor produksi) yang juga telah ditransformasikan ke dalam bentuk Ln guna mendeteksi keberadaan gejala heteroskedastisitas pada aktivitas perkebunan tersebut. Menurut Ghozali (2018), menetapkan dua kriteria utama dalam pengambilan keputusan dalam Uji *Glejser* sebagai berikut:

- 1) Jika nilai signifikansi (Sig.) antara variabel independen dengan absolut residual lebih besar dari 0,05, maka model dinyatakan tidak mengalami masalah heteroskedastisitas (homoskedastisitas).
- 2) Jika nilai signifikansi (Sig.) antara variabel independen dengan absolut residual lebih kecil dari 0,05, maka model dinyatakan mengalami masalah heteroskedastisitas.

4. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antara residual pada satu periode pengamatan dengan periode pengamatan lainnya. Keberadaan autokorelasi perlu dihindari karena model regresi yang baik mensyaratkan adanya independensi antarobservasi, sehingga residual yang dihasilkan tidak saling memengaruhi. Terpenuhinya asumsi ini sangat penting untuk menjamin bahwa model fungsi produksi yang dihasilkan bersifat stabil dan konsisten dalam menggambarkan pengaruh faktor-faktor produksi terhadap output.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Pada umumnya, para peneliti menggunakan metode *Durbin-Watson* (DW) untuk mendeteksi keberadaan autokorelasi dalam model regresi. Namun, uji *Durbin-Watson* memiliki kelemahan mendasar, yaitu adanya area tanpa kesimpulan atau daerah keragu-raguan. Apabila nilai DW hitung jatuh di antara nilai batas bawah (dL) dan batas atas (dU), alat uji tersebut tidak mampu memberikan kepastian apakah model terkena autokorelasi atau tidak.

Untuk menghindari kelemahan dan ketidakpastian dari metode yang biasa digunakan tersebut, pengujian autokorelasi dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Uji *Run Test* sebagai metode alternatif yang lebih konklusif. Uji *Run Test* merupakan bagian dari statistik non-parametrik yang menguji keacakan (*randomness*) data residual secara pasti tanpa menghasilkan area abu-abu atau keragu-raguan. Menurut Ghozali (2018), kriteria pengambilan keputusan dalam Uji *Run Test* didefinisikan sebagai berikut:

- 1) Jika nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* $> 0,05$, maka residual memiliki sifat acak (*random*) antarobservasi dan model tidak memiliki masalah autokorelasi.
- 2) Jika nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* $< 0,05$, maka residual tidak bersifat acak dan model dinyatakan memiliki masalah autokorelasi.

Model regresi fungsi produksi dalam penelitian ini dinyatakan memenuhi syarat asumsi klasik apabila memiliki nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* pada Uji *Run Test* yang lebih besar dari 0,05. Terpenuhinya kriteria ini menjamin bahwa residual bersifat independen, sehingga model fungsi produksi *Stochastic Frontier* layak dan valid digunakan untuk analisis efisiensi teknis lebih lanjut serta mampu menghasilkan estimasi nilai parameter output yang bersifat akurat, tidak bias, dan dapat diandalkan secara statistik.



3.4.2 Analisis Fungsi Produksi *Stochastic Frontier*

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan model *Stochastic Frontier Analysis* (SFA). Analisis ini diterapkan untuk mengevaluasi pengaruh faktor-faktor produksi terhadap output sekaligus mengestimasi tingkat efisiensi teknis di Kebun Sentigi Afdeling IV. Pengolahan data dilakukan secara sistematis dengan mengombinasikan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) untuk pengujian asumsi dasar dan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) untuk estimasi batas produksi (*frontier*).

Model fungsi produksi yang digunakan adalah fungsi produksi *Frontier Cobb-Douglas* yang ditransformasikan ke dalam bentuk Logaritma natural (Ln) guna melinearkan hubungan antarvariabel. Pendugaan parameter menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) diterapkan untuk memberikan gambaran mengenai rata-rata kinerja proses produksi pada perkebunan kelapa sawit PT. TH Indo Plantations Kebun Sentigi Afdeling IV berdasarkan tingkat input yang digunakan saat ini. Bentuk fungsi produksi dengan metode OLS sebagai berikut:

$$Y = \alpha X^{bi} e^u$$

$$Y = \alpha X_1^{b1} X_2^{b2} X_3^{b3} \dots X_n^{bn} e^u$$

$$\ln Y = a + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + e^u$$

Sebelum melakukan estimasi menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) untuk memetakan kinerja rata-rata produksi, model wajib dipastikan memenuhi kriteria *Best Linear Unbiased Estimator* (BLUE) melalui uji asumsi klasik yang meliputi uji normalitas, multikolinearitas, heteroskedastisitas, dan autokorelasi. Melalui pendekatan OLS ini, kontribusi masing-masing variabel independen diukur berdasarkan koefisien regresi (β). Karena model telah



ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma natural, nilai koefisien tersebut secara langsung mencerminkan elastisitas input, yaitu persentase perubahan output akibat perubahan satu persen pada salah satu input produksi (tenaga kerja, pupuk NPK, atau Zincobo). Selain itu, analisis OLS ini juga menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) untuk mengukur sejauh mana variasi dari seluruh input tersebut mampu menjelaskan variasi output produksi secara serentak. Evaluasi menyeluruh terhadap model OLS ini menjadi landasan krusial sebelum analisis dikembangkan lebih lanjut ke tahap estimasi efisiensi menggunakan fungsi *Stochastic Frontier* (Gujarati & Porter, 2021).

Pada tahap kedua, metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) digunakan untuk menganalisis fungsi produksi *frontier*. Pendekatan ini mengestimasi keseluruhan parameter faktor produksi (β_m), nilai konstanta (a), serta varians dari komponen kesalahan vi dan ui . Penggunaan metode MLE bertujuan untuk memetakan capaian kinerja terbaik (*best practice*) dari perkebunan kelapa sawit PT. TH Indo Plantations Kebun Sentigi Afdeling IV. Menurut Coelli (1996), seluruh tahapan estimasi matematis ini diolah menggunakan perangkat lunak *Frontier 4.1* dengan formulasi model *Stochastic Frontier* sebagai berikut:

$$Y = X_i \beta + (vi - ui)$$

Bentuk transformasi linear dari fungsi produksi *Stochastic Frontier* tersebut secara matematis dapat dinyatakan melalui persamaan berikut:

$$\ln Y = \ln a + b_1 \ln X_1 + b_2 \ln X_2 + b_3 \ln X_3 + (vi - ui)$$

Keterangan:

Y : Output Produksi TBS (Kg)

a : Konstanta atau Intersep



- X1 : Tenaga Kerja (Hok)
X2 : Pupuk NPK (Kg)
X3 : Pupuk Zincobo (Kg)
vi : Gangguan acak (*noise*) dari faktor eksternal di luar kendali perusahaan.
ui : Efek inefisiensi teknis dalam proses produksi.

Melalui integrasi kedua metode ini, penelitian dapat menghasilkan pendugaan parameter yang konsisten sekaligus memberikan gambaran menyeluruh mengenai produktivitas pada perkebunan kelapa sawit PT. TH Indo Plantations Kebun Sentigi Afdeling IV.

3.4.3 Analisis Efisiensi Teknis

Setelah parameter fungsi produksi diestimasi menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), langkah selanjutnya yang merupakan inti dari penelitian ini adalah pengukuran tingkat efisiensi teknis. Dalam kerangka kerja *Stochastic Frontier Analysis* (SFA), efisiensi teknis didefinisikan sebagai kemampuan perusahaan atau unit produksi untuk menghasilkan *output* maksimal dari sekumpulan *input* dan tingkat teknologi yang tersedia. Secara konseptual, efisiensi teknis mengukur sejauh mana unit pengamatan mampu beroperasi pada garis batas produksi (*frontier*).

Secara matematis, efisiensi teknis (TE_i) didefinisikan sebagai rasio antara *output* aktual yang diobservasi (Y_i) dengan *output* potensial atau maksimum (Y_i^*) yang secara teoritis dapat dicapai dengan tingkat input yang diberikan. Nilai efisiensi teknis untuk setiap unit pengamatan ke- i dirumuskan sebagai berikut:

$$TE_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \frac{f(X_i, \beta) \exp(V_i - U_i)}{f(X_i, \beta) \exp(V_i)} = \exp(-U_i)$$



Keterangan:

TE_i : Nilai Efisiensi Teknis (berkisar antara 0 hingga 1)

Y_i : Output aktual yang diamati

Y_i^* : Output potensial (frontier)

$f(X_i, \beta)$: Fungsi *Cobb-Douglas* menghubungkan input (X) dan parameter (β)

V_i : Komponen kesalahan acak (random error)

U_i : Komponen inefisiensi teknis yang tidak negatif ($U_i \geq 0$)

Nilai efisiensi teknis yang dihasilkan memiliki makna ekonomi yang signifikan. Apabila nilai TE_i sama dengan satu, hal ini mengindikasikan bahwa unit produksi telah beroperasi secara penuh pada tingkat *best practice*, di mana seluruh deviasi dari garis *frontier* murni disebabkan oleh faktor eksternal (v_i). Sebaliknya, jika $TE_i < 1$, maka terdapat kesenjangan produktivitas yang disebabkan oleh inefisiensi manajerial (u_i).

Analisis SFA unggul karena mampu memisahkan pengaruh inefisiensi dari gangguan acak. Hasilnya memberikan landasan akurat bagi manajemen PT. TH Indo Plantations Kebun Sentigi Afdeling IV untuk mengidentifikasi potensi peningkatan produksi melalui perbaikan alokasi input tanpa penambahan kuantitas berlebihan sehingga efisiensi teknis dan optimasi profitabilitas perkebunan dapat dicapai secara maksimal.

3.5 Konsep Operasional

Dalam penelitian ini, penulis menetapkan batasan-batasan operasional yang disesuaikan dengan fokus atau judul penelitian sebagai berikut:

1. Produksi merupakan jumlah output berupa tandan buah segar (TBS) dihasilkan dalam satu periode produksi yang diukur dengan satuan kilogram (Kg).



2. Faktor produksi merupakan seluruh bentuk pengorbanan atau masukan yang diberikan kepada tanaman agar dapat tumbuh, berkembang, serta menghasilkan produksi yang optimal.
3. Tenaga kerja merupakan jumlah total hari orang kerja (Hok) yang secara langsung terlibat dalam kegiatan produksi kelapa sawit
4. Pupuk NPK merupakan jumlah pupuk NPK yang digunakan selama periode produksi, diukur dalam satuan kilogram (Kg).
5. Pupuk Zincobo merupakan jumlah pupuk Zincobo yang digunakan selama periode produksi, diukur dalam satuan kilogram (Kg).
6. Efisiensi Teknis merupakan tingkat kemampuan penggunaan input dalam menghasilkan output maksimal.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.