Available online at http://joseta.faperta.unand.ac.id

Journal of Socio Economics on Tropical Agriculture (Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Tropis) (JOSETA)

ISSN: 2686 – 0953 (online)

INTEGRASI REGRESI DAN ANOVA DALAM MENGEVALUASI FAKTOR PENENTU PRODUKSI DAN KONTRIBUSI EKONOMI KOMODITAS PERKEBUNAN TAPANULI SELATAN

Integration of Regression and ANOVA in Evaluating Determinant Factors of Production and Economic Contribution of Plantation Commodities in South Tapanuli

Novita Aswan[1*], Yusra Fadhillah[2], Rafik Anhar Tambunan[3] dan Riky Rivaldo Tambunan[3]

[1]Dosen Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Graha Nusantara, Padangsidimpuan
[2,]Dosen Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara, Padangsidimpuan
[3,4]Mahasiswa Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Graha Nusantara, Padangsidimpuan

email koresponden: novitaasswan9@gmail.com

Abstrak

Komoditas perkebunan merupakan penggerak utama perekonomian Kabupaten Tapanuli Selatan, dengan kontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Namun, dinamika produksi dan kontribusi antarkomoditas belum sepenuhnya terpetakan secara integratif antara faktor penentu produksi dan kontribusi ekonomi makro. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan analisis regresi dan ANOVA guna memberikan dasar kebijakan yang holistik. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis pengaruh luas lahan dan harga terhadap produksi kopi dan kakao; (2) menguji perbedaan kontribusi ekonomi empat komoditas unggulan (kelapa sawit, karet, kopi, dan kakao) terhadap PDRB; serta (3) menyintesis temuan untuk merumuskan rekomendasi kebijakan berbasis bukti. Data *time-series* tahun 2014–2023 dianalisis dengan regresi linier berganda untuk produksi kopi dan kakao, serta ANOVA satu arah untuk kontribusi PDRB. Hasil regresi menunjukkan bahwa harga kopi (p=0,033) dan kakao (p=0,027) berpengaruh positif signifikan terhadap produksi, sedangkan luas lahan tidak signifikan (p>0,05). ANOVA menunjukkan perbedaan kontribusi yang signifikan antarkomoditas (F=11,048; p=0,000), dengan kelapa sawit sebagai kontributor tertinggi (4,66%) yang berbeda nyata dari ketiga komoditas lainnya. Tidak terdapat perbedaan signifikan antara karet, kopi, dan kakao. Integrasi kedua metode mengungkap bahwa insentif harga lebih efektif daripada perluasan lahan untuk kopi dan kakao, sementara kelapa sawit memerlukan strategi keberlanjutan, dan karet, kopi, serta kakao perlu diversifikasi produk untuk meningkatkan nilai tambah. Rekomendasi kebijakan diarahkan pada pendekatan terdiferensiasi sesuai karakteristik masing-masing komoditas.

Keywords: ANOVA, Faktor Produksi, Komoditas Perkebunan, Kontribusi PDRB, Regresi

Abstract

Plantation commodities are the primary drivers of the economy in South Tapanuli Regency, contributing significantly to the Regional Gross Domestic Product (RGDP). However, the dynamics of production and contribution among commodities have not been fully and integratively mapped between production determinants and macroeconomic contributions. This study aims to fill this gap by integrating regression and ANOVA analyses to provide a holistic policy foundation. The objectives of this research are: (1) to analyze the influence of land area and price on coffee and cocoa production; (2) to examine differences in the economic contributions of four leading commodities (oil palm, rubber, coffee, and cocoa) to RGDP; and (3) to synthesize the findings to formulate evidence-based policy recommendations. Time-series data from 2014–2023 were analyzed using multiple linear regression for coffee and cocoa production and one-way ANOVA for RGDP contribution. The regression results indicate that coffee price (p=0.033) and cocoa price (p=0.027) have a positive and significant effect on production, whereas land area is not significant (p>0.05). ANOVA reveals a significant difference in contributions among the commodities (F=11.048; p=0.000), with oil palm as the highest contributor (4.66%), significantly different from the other three commodities. No significant difference was found among rubber, coffee, and cocoa. The

DOI:10.25077/joseta.v7i3.937

integration of both methods demonstrates that price incentives are more effective than land expansion for coffee and cocoa development, while oil palm requires sustainability-focused strategies, and rubber, coffee, and cocoa need product diversification to enhance added value. Policy recommendations are directed toward a differentiated approach tailored to the characteristics of each commodity

Keywords**:** *ANOVA, GRDP Contribution, Plantation Commodities, Production Factors, Regession*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dengan sektor pertanian memegang peranan strategis dalam pembangunan nasional, tidak hanya sebagai penyedia pangan tetapi juga sebagai penyumbang devisa negara yang signifikan (Todaro & Smith, 2015). Di tingkat regional, sektor pertanian menjadi kunci bagi pengentasan kemiskinan dan pemerataan pembangunan, terutama di wilayah pedesaan (Sukirno, 2010). Kontribusi sektor pertanian terhadap perekonomian nasional dan daerah telah menjadi fokus berbagai kajian akademis dan kebijakan, mengingat potensi besar yang dimiliki dalam penyerapan tenaga kerja, stabilisasi ekonomi pedesaan, dan sumber pertumbuhan ekonomi inklusif. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, sektor pertanian juga diharapkan mampu menjaga keseimbangan antara pencapaian ekonomi, kelestarian lingkungan, dan keadilan sosial. Kabupaten Tapanuli Selatan, sebagai salah satu kabupaten di Provinsi Sumatera Utara, memiliki potensi besar dalam sektor agribisnis, dengan komoditas perkebunan sebagai penggerak utama perekonomian daerah (BPS, 2023a). Wilayah ini ditopang oleh topografi dan iklim yang mendukung budidaya berbagai tanaman perkebunan, menciptakan basis ekonomi yang kuat bagi masyarakat lokal. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, sektor pertanian memberikan kontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Tapanuli Selatan, mencapai sekitar 33% dari total PDRB (BPS, 2023a). Angka ini mencerminkan ketergantungan ekonomi regional pada sektor pertanian, sekaligus menegaskan urgensi pengelolaan yang optimal agar kontribusi tersebut dapat berkelanjutan dan inklusif.

Empat komoditas unggulan yang menjadi tulang punggung sektor ini adalah kelapa sawit, karet, kopi, dan kakao. Kelapa sawit tercatat sebagai komoditas dengan kontribusi tertinggi, menunjukkan peningkatan stabil dalam lima tahun terakhir, didorong oleh permintaan global yang kuat dan integrasi rantai nilai yang semakin matang. Sementara itu, karet dan kopi memberikan kontribusi yang cukup signifikan, meskipun pertumbuhannya tidak sebesar kelapa sawit, dengan fluktuasi yang dipengaruhi oleh faktor harga internasional dan produktivitas lokal. Produksi kakao cenderung fluktuatif akibat tantangan dalam pengelolaan lahan, perawatan tanaman, dan akses pasar (Rahmawati et al., 2024)(R. A. Tambunan, 2024). Dinamika produksi dan kontribusi keempat komoditas ini perlu dipahami secara komprehensif untuk merumuskan strategi pengembangan yang tepat, efisien, dan berkelanjutan.

Penelitian terdahulu oleh (Ghozy et al., 2017) menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi ekspor kakao Indonesia, menemukan bahwa produksi kakao, harga dunia, dan nilai tukar berpengaruh signifikan. Studi ini memberikan gambaran mengenai determinan ekspor, namun belum menyentuh aspek kontribusi terhadap perekonomian daerah secara spesifik. Studi lain oleh (Hidayattullah et al., 2024) menunjukkan bahwa produksi kopi Indonesia meningkat selama 2009-2019, namun ekspornya cenderung mengalami penurunan, mengindikasikan adanya masalah dalam rantai pasok atau daya saing. Penelitian (Rahmawati et al., 2024) mengungkapkan bahwa luas lahan kopi mengalami penurunan sebesar -0,299% per tahun, tetapi produksi kopi meningkat sebesar 0,82% per tahun, yang mengisyaratkan adanya peningkatan produktivitas. Studi (Augustin et al., 2022) menemukan bahwa kakao Indonesia memiliki daya saing di beberapa negara tujuan ekspor, menawarkan peluang pengembangan pasar. Penelitian (Hutami et al., 2024) mengungkapkan bahwa sektor pertanian menjadi sektor basis di Kabupaten Banjarnegara dengan kontribusi rata-rata 28,12% terhadap PDRB, menyoroti pola serupa di daerah lain.

 DOI:10.25077/joseta.v7i3.937

Meskipun berbagai studi telah dilakukan, terdapat gap penelitian dalam mengintegrasikan analisis faktor produksi dan pola kontribusi ekonomi dalam satu kerangka analitik yang komprehensif. Studi-studi cenderung fokus pada aspek produksi atau kontribusi secara terpisah, padahal kedua aspek tersebut saling terkait dalam menentukan strategi pengembangan agribisnis yang optimal. Pemahaman yang terfragmentasi dapat menghasilkan rekomendasi kebijakan yang parsial dan kurang efektif. Maka diperlukan pendekatan yang mampu mengaitkan respons mikro (tingkat produsen) terhadap faktor produksi dengan dampak makro (kontribusi terhadap PDRB) untuk mendapatkan gambaran yang utuh mengenai dinamika sistem agribisnis komoditas perkebunan. Penelitian ini menawarkan solusi melalui integrasi dua metode statistika, yaitu regresi linier berganda untuk menganalisis faktor penentu produksi dan Analysis of Variance (ANOVA) untuk menguji perbedaan kontribusi ekonomi, sehingga menghasilkan rekomendasi kebijakan yang lebih holistik dan berbasis bukti. Integrasi metodologis ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan antara analisis mikroekonomi produksi dan analisis makroekonomi kontribusi sektoral.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi faktor-faktor yang secara signifikan memengaruhi produksi kopi dan kakao di Kabupaten Tapanuli Selatan; (2) menguji perbedaan kontribusi yang signifikan dari empat komoditas unggulan terhadap PDRB; dan (3) mensintesis temuan dari kedua analisis untuk merumuskan rekomendasi kebijakan pengembangan agribisnis yang berbasis bukti kuantitatif.

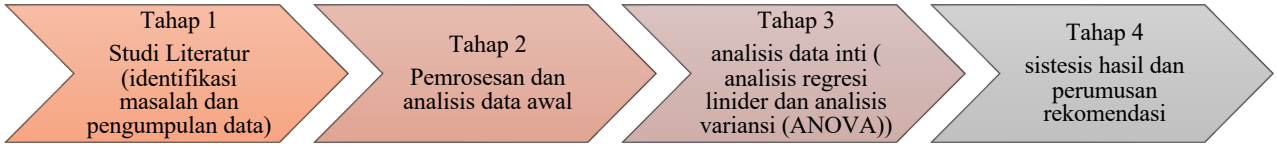
Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ganda. Secara metodologis, penelitian ini memberikan contoh aplikasi integratif teknik statistika multivariat (regresi dan ANOVA) dalam analisis ekonomi pertanian, memperkaya pendekatan penelitian di bidang agribisnis. Secara praktis, temuan dan rekomendasi yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah, penyusun kebijakan, pelaku usaha, dan petani dalam pengambilan keputusan yang lebih terinformasi untuk pengembangan komoditas perkebunan yang berdaya saing dan berkelanjutan di Kabupaten Tapanuli Selatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan sistematis yang terbagi menjadi empat tahap utama, dirancang untuk memastikan proses penelitian yang terstruktur, valid, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Tahap pertama adalah identifikasi masalah dan pengumpulan data, di mana dilakukan studi literatur mendalam untuk merumuskan masalah penelitian secara tepat, mengkaji teori yang relevan, dan menelaah temuan penelitian sebelumnya. Pada tahap ini juga dilakukan pengumpulan data sekunder *time-series* tahun 2014-2023 dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapanuli Selatan (BPS, 2023b)(BPS, 2024). Data yang dikumpulkan meliputi produksi, luas lahan, harga untuk komoditas kopi dan kakao, serta data kontribusi terhadap PDRB untuk keempat komoditas unggulan (kelapa sawit, karet, kopi, dan kakao). Pemilihan periode 2014-2023 dianggap memadai untuk menangkap tren dan pola dalam satu dekade terakhir.

Tahap kedua adalah pemrosesan dan analisis data awal, yang merupakan fondasi untuk analisis inferensial. Tahap ini meliputi data cleaning untuk memastikan keakuratan dan kelengkapan data, analisis deskriptif untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik dan distribusi data setiap variabel, serta pengujian asumsi statistik dasar yang diperlukan untuk metode analisis yang akan digunakan. Tahap ketiga merupakan inti dari penelitian, yaitu dilakukan analisis inti dengan dua pendekatan paralel namun terintegrasi: analisis regresi linier berganda diterapkan untuk menganalisis pengaruh luas lahan dan harga terhadap produksi kopi dan kakao, sedangkan analisis variansi (ANOVA) satu arah digunakan untuk menguji perbedaan kontribusi rata-rata keempat komoditas terhadap PDRB. Tahap keempat merupakan sintesis hasil dan perumusan rekomendasi, di mana temuan kuantitatif dari kedua analisis diintegrasikan, diinterpretasikan dalam konteks teoritis dan empiris yang lebih luas,

kemudian disintesis untuk menghasilkan rekomendasi kebijakan yang komprehensif, terdiferensiasi, dan aplikatif bagi pengembangan agribisnis di daerah penelitian.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Model regresi linier berganda digunakan untuk menganalisis pengaruh luas lahan dan harga terhadap produksi komoditas kopi dan kakao. Model matematis yang digunakan adalah:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon_i \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

Dimana:

Yi = Produksi Komoditas (ton)
X1 = Luas lahan (Ha)
X2 = harga Komoditas (Rp/kg)

β_0 = Konstanta regresi

β_1, β_2 = Koefisien regresi

ε_i = errorterm

Estimasi parameter dilakukan menggunakan metode *Ordinary Least Squares* (OLS). Pengujian signifikansi dilakukan melalui uji-t dua arah pada tingkat kepercayaan 95% (α=0,05) untuk menguji signifikansi masing-masing koefisien regresi parsial, dan uji-F untuk menguji signifikansi keseluruhan model. Untuk memastikan validitas dan keandalan hasil estimasi model OLS, asumsi klasik regresi diuji yang meliputi uji normalitas residual (menggunakan Kolmogorov-Smirnov atau Shapiro-Wilk), uji homoskedastisitas (menggunakan Glejser atau Breusch-Pagan), dan uji non-multikolinearitas (melihat nilai Tolerance dan Variance Inflation Factor/VIF) (Sugiyono, 2018). Pemenuhan asumsi-asumsi ini krusial untuk menghasilkan penaksir yang BLUE (Best Linear Unbiased Estimator).

Analisis Variansi (ANOVA). ANOVA satu arah digunakan untuk menguji perbedaan kontribusi rata-rata empat komoditas terhadap PDRB. Model statistik yang digunakan adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

Dimana:
Yij = Kontribusi komoditas ke-i pada pengamatan ke-j

μ = Rata-rata keseluruhan

- τ_i = efek perlakuan (komoditas ke-i)
- ε_i = error term

Hipotesis yang diuji:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \ (tidak\ ada\ perbedaan\ kontribusi)$$

$$H_1 = Minimal\ satu\ \mu_i\ berbeda$$

Tingkat signifikansi yang digunakan adalah α = 0,05. Sebelum melakukan ANOVA, asumsi homogenitas varians antar kelompok diuji menggunakan Levene's Test. Jika hasil ANOVA signifikan (menolak H0), maka dilakukan uji lanjutan Post-Hoc Tukey HSD (Honestly Significant Difference) untuk mengidentifikasi pasangan komoditas mana yang secara spesifik berbeda secara signifikan, sambil mengontrol error rate secara keseluruhan (Soesana et al., 2023).

 DOI:10.25077/joseta.v7i3.937

Sumber Jenis Data

Penelitian menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapanuli Selatan (BPS, 2023a)(BPS, 2024) dan publikasi Kementerian Pertanian (Kementan, 2023). Data berupa time-series tahun 2014-2023 dengan variabel sebagaimana tercantum pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Variabel Penelitian dan Sumber Data

Variabel	Satuan	Sumber Data	Periode
Produksi kopi	ton	BPS Tapanuli Selatan	2014-2023
Produksi kakao	ton	BPS Tapanuli Selatan	2014-2023
Luas lahan kopi	hektar	BPS Tapanuli Selatan	2014-2023
Luas lahan kakao	hektar	BPS Tapanuli Selatan	2014-2023
Harga kopi	Rp/kg	Kementerian Pertanian	2014-2023
Harga kakao	Rp/kg	Kementerian Pertanian	2014-2023
Kontribusi PDRB sawit	%	BPS Tapanuli Selatan	2014-2023
Kontribusi PDRB karet	%	BPS Tapanuli Selatan	2014-2023
Kontribusi PDRB kopi	%	BPS Tapanuli Selatan	2014-2023
Kontribusi PDRB kakao	%	BPS Tapanuli Selatan	2014-2023

Analisis data dilakukan menggunakan software SPSS versi 16. Pengolahan diawali dengan analisis deskriptif untuk memberikan gambaran umum data, seperti mean, standar deviasi, minimum, dan maksimum. Selanjutnya dilakukan analisis inferensial (regresi dan ANOVA) sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dirumuskan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik Deskriptif Data Penelitian

Analisis deskriptif terhadap data produksi dan kontribusi komoditas perkebunan di Kabupaten Tapanuli Selatan periode 2014-2023 menunjukkan variasi karakteristik antar komoditas yang cukup mencolok, merefleksikan dinamika dan struktur agribisnis yang berbeda-beda. Berikut adalah ringkasan statistik deskriptif untuk setiap variabel yang dianalisis:

Tabel 2. Statistik Deskriptif Variabel Produksi, Luas Lahan, dan Harga Komoditas Kopi dan Kakao

Variabel	Satuan	Rata-rata (Mean)	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Produksi Kopi	Ton	2.311,49	1.478,17	750,00	5.200,00
Luas Lahan Kopi	Hektar	12.723,84	22.332,34	2.500,00	65.000,00
Harga Kopi	Rp/kg	22.758,60	3.087,54	18.500,00	28.000,00
Produksi Kakao	Ton	2.525,88	1.442,14	980,00	5.100,00
Luas Lahan Kakao	Hektar	3.715,66	607,26	2.800,00	4.800,00
Harga Kakao	Rp/kg	24.786,70	7.491,63	15.000,00	35.000,00

Berdasarkan Tabel 2, produksi kopi memiliki rata-rata sebesar 2.311,49 ton dengan standar deviasi yang relatif tinggi yaitu 1.478,17 ton, menunjukkan fluktuasi produksi yang cukup besar selama periode penelitian. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor iklim, serangan hama penyakit, atau fluktuasi harga yang mempengaruhi intensitas pemeliharaan. Luas lahan kopi rata-rata sebesar 12.723,84 hektar namun dengan distribusi yang tidak merata ditunjukkan oleh standar deviasi yang sangat besar (22.332,34 ha). Nilai standar deviasi yang jauh melebihi rata-rata mengindikasikan adanya ketimpangan dalam kepemilikan atau penguasaan lahan kopi, atau mungkin adanya perubahan drastis dalam luas areal

tanam pada tahun-tahun tertentu. Harga kopi rata-rata Rp22.758,60/kg dengan variasi relatif stabil (standar deviasi Rp3.087,54), menunjukkan harga yang lebih terkontrol atau dipengaruhi oleh pasar domestik yang stabil.

Tabel 3. Statistik Deskriptif Kontribusi PDRB Empat Komoditas Unggulan (2014–2023)

Komoditas	Rata-rata Kontribusi (%)	Standar Deviasi (%)	Minimum (%)	Maksimum (%)
Kelapa Sawit	4,66	2,45	0,89	8,19
Karet	1,83	0,88	0,58	3,31
Kopi	1,23	0,65	0,42	2,45
Kakao	1,61	1,45	0,83	5,42

Untuk komoditas kakao, rata-rata produksi sebesar 2.525,88 ton dengan standar deviasi 1.442,14 ton, juga menunjukkan fluktuasi namun sedikit lebih stabil dibanding kopi. Luas lahan kakao rata-rata 3.715,66 hektar dengan variasi lebih rendah (standar deviasi 607,26 ha), mengindikasikan luas areal yang lebih terkonsolidasi dan mungkin lebih terkontrol perkembangannya. Harga kakao rata-rata Rp24.786,70/kg namun dengan fluktuasi lebih tinggi (standar deviasi Rp7.491,63). Tingginya standar deviasi harga kakao mencerminkan sensitivitas komoditas ini terhadap pasar global, di mana harga sangat dipengaruhi oleh permintaan internasional, produksi negara pesaing, dan nilai tukar.

Analisis kontribusi terhadap PDRB (Tabel 3) menunjukkan pola yang menarik dan hierarkis. Kelapa sawit memiliki rata-rata kontribusi tertinggi sebesar 4,66% dengan standar deviasi 2,45% dan rentang yang sangat lebar dari 0,89% hingga 8,19%. Variasi kontribusi kelapa sawit yang tinggi ini mengindikasikan sensitivitas yang besar terhadap faktor eksternal seperti harga internasional CPO, kebijakan perdagangan dan biodiesel nasional, serta kondisi iklim yang mempengaruhi produksi. Karet memberikan kontribusi rata-rata 1,83% (rentang 0,58%-3,31%), kopi 1,23% (rentang 0,42%-2,45%), dan kakao 1,61% (rentang 0,83%-5,42%). Meskipun rata-rata kontribusi kakao lebih tinggi dari kopi, rentangnya sangat lebar dengan nilai maksimum mencapai 5,42%, menunjukkan tahun-tahun di mana kakao mungkin mengalami lonjakan harga atau produksi yang sangat menguntungkan. Secara keseluruhan, gambaran deskriptif ini telah mengkonfirmasi dominasi kelapa sawit dan variabilitas yang menjadi karakteristik komoditas perkebunan.

Hasil Analisis Regresi Faktor Produksi

Model Regresi Produksi Kopi

Hasil estimasi model regresi untuk produksi kopi disajikan pada tabel 4. Model regresi menunjukkan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,707 dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,501. Artinya, sekitar 50,1% variasi dalam produksi kopi dapat dijelaskan oleh variasi dari dua variabel independen, yaitu luas lahan dan harga. Sisanya sekitar 49,9% dijelaskan oleh faktor-faktor lain di luar model, seperti teknologi, curah hujan, pemupukan, atau umur tanaman. Uji F untuk keseluruhan model menghasilkan nilai 3,507 dengan signifikansi p = 0,088. Nilai p ini sedikit di atas ambang batas 0,05, menunjukkan bahwa model secara statistik hampir signifikan pada tingkat kepercayaan 90% (α=0,10).

 DOI:10.25077/joseta.v7i3.937

Meskipun demikian, interpretasi terhadap koefisien individual tetap dapat dilakukan.

Tabel 4. Hasil Analisis Regresi Produksi Kopi

Variabel	Koefisien (B)	Std. Error	Beta	t	Sig.
Konstanta	-5456,784	2960,184	-	-1,843	0,108
Luas Lahan	-0,009	0,018	-0,129	-0,474	0,650
Harga Kopi	0,346	0,131	0,723	2,647	0,033*

Berdasarkan tabel 4, harga kopi memiliki pengaruh positif dan signifikan secara statistik terhadap produksi di Tapanuli Selatan ($p = 0,033 < 0,05$). Koefisien regresi (B) sebesar 0,346 dapat diinterpretasikan bahwa, dengan asumsi faktor lain konstan (*ceteris paribus*), setiap kenaikan harga kopi sebesar Rp1 per kilogram akan meningkatkan produksi kopi di kabupaten ini sebesar 0,346 ton. Koefisien Beta (koefisien standar) sebesar 0,723 mengindikasikan bahwa harga merupakan prediktor yang jauh lebih kuat dibandingkan luas lahan (Beta = -0,129) dalam mempengaruhi variasi produksi kopi lokal. Sebaliknya, luas lahan menunjukkan koefisien negatif yang sangat kecil (-0,009) dan tidak signifikan secara statistik ($p = 0,650 > 0,05$). Temuan ini secara khusus mengindikasikan bahwa dalam konteks Tapanuli Selatan, ekspansi luas lahan tidak serta-merta berkorelasi positif dengan peningkatan produksi kopi selama periode penelitian.

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Yokawati & Wachjar, 2019) yang menyatakan bahwa kualitas budidaya, penerapan teknologi panen dan pascapanen, serta intensitas pemeliharaan lebih menentukan produktivitas dan kualitas kopi dibandingkan sekadar perluasan lahan—sebuah prinsip yang tampak relevan dalam pola budidaya kopi di Tapanuli Selatan. Lahan yang luas namun tidak dikelola dengan baik justru dapat menurunkan produktivitasnya. Hasil ini juga mendukung teori produksi pertanian modern yang menekankan pentingnya intensifikasi melalui peningkatan produktivitas faktor produksi (tenaga kerja, modal, teknologi) daripada ekstensifikasi melalui penambahan input lahan (Imran & Indriani, 2022). Koefisien luas lahan yang negatif, meski tidak signifikan, dalam konteks Tapanuli Selatan bisa jadi mencerminkan fenomena aktual seperti alih fungsi lahan kopi yang produktif ke komoditas lain yang lebih menguntungkan (seperti sawit), atau degradasi kualitas lahan pada areal perkebunan kopi tua yang banyak ditemui di wilayah ini.

Model Regresi Produksi Kakao

Model regresi untuk produksi kakao menunjukkan performa yang lebih baik secara statistik dibanding model kopi (tabel 5). Nilai R sebesar 0,768 dan R^2 sebesar 0,590 mengindikasikan bahwa 59% variasi produksi kakao dapat dijelaskan oleh variabel luas lahan dan harga. Nilai F = 5,044 dengan signifikansi p = 0,044 (< 0,05) mengindikasikan bahwa model regresi secara keseluruhan adalah signifikan pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 5. Hasil Analisis Regresi Produksi Kakao

Variabel	Koefisien (B)	Std. Error	Beta	t	Sig.
Konstanta	1046,755	2735,668	-	0,383	0,713
Luas Lahan	-0,494	0,590	-0,208	-0,837	0,430
Harga Kakao	0,134	0,048	0,694	2,796	0,027*

Sama seperti pada model kopi, harga kakao berpengaruh positif dan signifikan secara statistik terhadap produksi (p = 0,027). Setiap kenaikan harga kakao sebesar Rp1/kg meningkatkan produksi sebesar 0,134 ton, dengan asumsi ceteris paribus. Koefisien Beta sebesar 0,694 sekali lagi mengkonfirmasi peran harga sebagai prediktor utama produksi kakao.

Luas lahan kembali menunjukkan koefisien negatif (-0,494) yang tidak signifikan (p = 0,430). Hasil ini konsisten dengan penelitian (Prasatyio, 2023) yang menemukan bahwa peningkatan produktivitas kakao lebih ditentukan oleh kualitas budidaya (pemupukan, pemangkasan, pengendalian hama) dan penggunaan varietas unggul daripada perluasan areal tanam. Areal yang luas tetapi dengan tanaman tua, terserang penyakit, dan kurang perawatan justru dapat menurunkan produksi total.

Temuan koefisien luas lahan yang tidak signifikan bahkan negatif pada kedua komoditas ini juga mendukung konsep *law of diminishing returns* dalam teori produksi (Mankiw, 2012). Konsep ini menyatakan bahwa penambahan satu unit input tertentu (dalam hal ini lahan) pada suatu titik akan memberikan tambahan output yang semakin menurun, terutama jika input lain (seperti modal, tenaga kerja terampil, teknologi) tetap atau terbatas. Dalam konteks perkebunan rakyat di Tapanuli Selatan, keterbatasan modal untuk pemeliharaan, pupuk, dan teknologi mungkin menyebabkan penambahan lahan tidak diiringi peningkatan produktivitas per hektar, sehingga efeknya terhadap produksi total menjadi tidak signifikan.

Hasil Analisis Variansi Kontribusi PDRB

Uji Homogenitas dan ANOVA

Sebelum melakukan ANOVA, asumsi homogenitas varians antar kelompok (keempat komoditas) diuji menggunakan Levene's Test. Hasil uji (tabel 6) menghasilkan nilai statistik Levene sebesar 4,026 dengan signifikansi p = 0,014. Karena p < 0,05, maka hipotesis nol tentang kesamaan varians ditolak. Ini mengindikasikan bahwa asumsi homogenitas varians tidak terpenuhi secara ketat pada tingkat signifikansi 0,05. Namun, ANOVA dikenal sebagai metode yang cukup *robust* (kuat) terhadap pelanggaran asumsi homogenitas, terutama ketika ukuran sampel setiap kelompok relatif sama (dalam penelitian ini masing-masing 10 tahun data). Oleh karena itu, analisis ANOVA tetap dapat dilanjutkan dengan interpretasi yang lebih hati-hati.

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas Varians

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4,026	3	36	0,014

Hasil analisis ANOVA satu arah disajikan pada tabel 7 diperoleh nilai statistik F = 11,048 dengan signifikansi p = 0,000 (< 0,001). Karena p-value jauh di bawah α = 0,05, maka hipotesis nol (H0) yang menyatakan tidak ada perbedaan kontribusi rata-rata antar keempat komoditas ditolak. Hal ini mengindikasikan dengan sangat kuat bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik dalam kontribusi rata-rata terhadap PDRB minimal antara dua komoditas di antara kelapa sawit, karet, kopi, dan kakao.

Tabel 7. Hasil Analisis Variansi (ANOVA)

Sumber Variasi	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Antar Kelompok	74,185	3	24,728	11,048	0,000*
Dalam Kelompok	80,580	36	2,238	-	-
Total	154,765	39	-	-	-

*Signifikan pada α = 0,05

 DOI:10.25077/joseta.v7i3.937

Uji Post-Hoc Tukey HSD

Untuk mengidentifikasi pasangan komoditas mana yang secara spesifik berbeda secara signifikan, dilakukan uji lanjutan *Post-Hoc* Tukey HSD. Hasil uji disajikan pada tabel 8. Interpretasinya adalah dengan melihat kolom "Sig.". Jika nilai Sig. < 0,05, maka perbedaan rata-rata kontribusi antara pasangan komoditas (I) dan (J) tersebut signifikan.

Tabel 8. Hasil Uji Tukey HSD

Komoditas (I)	Komoditas (J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Kelapa Sawit	Karet	2,82800*	0,66908	0,001
Kelapa Sawit	Kopi	3,43600*	0,66908	0,000
Kelapa Sawit	Kakao	3,05000*	0,66908	0,000
Karet	Kopi	0,60800	0,66908	0,800
Karet	Kakao	0,22200	0,66908	0,987
Kopi	Kakao	-0,38600	0,66908	0,938

*Perbedaan signifikan pada α = 0,05

Hasil uji Tukey HSD memperoleh bahwa kelapa sawit secara signifikan berbeda dengan ketiga komoditas lainnya (karet, kopi, dan kakao) dengan nilai signifikansi 0,001 dan 0,000. Ini mengkonfirmasi posisi kelapa sawit sebagai komoditas dengan kontribusi yang secara statistik terpisah dan lebih tinggi. Sebaliknya, tidak terdapat perbedaan signifikan antara karet dengan kopi (p=0,800), karet dengan kakao (p=0,987), dan kopi dengan kakao (p=0,938). Dengan demikian, ketiga komoditas ini (karet, kopi, kakao) membentuk satu kelompok homogen yang kontribusi rata-ratanya terhadap PDRB tidak berbeda signifikan satu sama lain, namun secara bersama-sama jauh lebih rendah dibandingkan kelapa sawit.

Pembahasan Integratif

Sintesis Temuan Regresi dan ANOVA

Integrasi hasil analisis regresi dan ANOVA mengungkapkan dinamika yang kompleks dan paradoks dalam pengembangan komoditas perkebunan di Kabupaten Tapanuli Selatan. Di satu sisi, hasil regresi menunjukkan bahwa respon produksi kopi dan kakao sangat elastis terhadap harga. Petani merespon insentif harga dengan meningkatkan upaya produksi, mungkin melalui perawatan lebih intensif, pemupukan, atau panen yang lebih teliti. Namun di sisi lain, hasil ANOVA menunjukkan bahwa kontribusi ketiga komoditas "non-sawit" (karet, kopi, kakao) terhadap PDRB tidak berbeda signifikan dan secara kolektif jauh di bawah kontribusi kelapa sawit. Paradoks ini, di mana komoditas responsif harga ternyata kontribusinya stagnan dan kalah jauh dengan sawit—dapat dijelaskan oleh beberapa faktor struktural dan ekonomi. Pertama, faktor skala ekonomi (*economies of scale*). Kelapa sawit seringkali dibudidayakan dalam skala besar, baik oleh perkebunan besar maupun plasma inti rakyat, yang memungkinkan efisiensi biaya, akses teknologi, dan kekuatan tawar menawar di pasar. Sementara kopi dan kakao masih didominasi perkebunan rakyat skala kecil dengan luas garapan terbatas, sehingga meski responsif harga, akumulasi nilai ekonominya secara agregat tetap terbatas.

Kedua, faktor nilai tambah (*value added*) yang berbeda secara signifikan. Produk olahan kelapa sawit seperti Crude Palm Oil (CPO), biodiesel, dan oleochemical memiliki rantai nilai yang panjang dan pasar ekspor yang mapan (Fevriera & Safara Devi, 2023). Sementara itu, karet, kopi, dan kakao di Tapanuli Selatan masih didominasi oleh produk primer (lateks, biji kopi, biji kakao) dengan nilai tambah rendah. Ketiga, stabilitas harga dan permintaan pasar yang lebih terjamin untuk kelapa sawit, baik di pasar domestik maupun internasional, dibandingkan dengan ketiga komoditas lain yang lebih fluktuatif. Temuan bahwa luas lahan tidak signifikan dalam mempengaruhi produksi kopi dan kakao juga memberikan implikasi penting.

Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan pengembangan komoditas yang hanya berfokus pada perluasan areal tanam tanpa diiringi peningkatan produktivitas dan kualitas tidak akan efektif. Hasil ini konsisten dengan konsep *law of diminishing returns* (Mankiw, 2012) dan penelitian terdahulu (Yokawati & Wachjar, 2019) (Prasatyio, 2023) yang menekankan pentingnya intensifikasi daripada ekstensifikasi.

Implikasi Teoritis

Temuan penelitian ini memberikan dukungan empiris terhadap beberapa proposisi teoritis dalam ekonomi pertanian dan pembangunan regional. Pertama, validasi hukum hasil yang semakin berkurang (*law of diminishing returns*) terlihat dari koefisien luas lahan yang tidak signifikan atau negatif pada model regresi. Hal ini mengindikasikan bahwa upaya peningkatan produksi melalui ekspansi lahan telah mencapai titik *diminishing returns*, sehingga diperlukan strategi intensifikasi melalui peningkatan produktivitas per satuan lahan. Kedua, temuan mendukung teori respon penawaran (*supply response theory*) dalam ekonomi pertanian (Hayami & Rutton, 1985). di mana petani merespon insentif harga dengan meningkatkan produksi. Namun, penelitian ini mengungkapkan batasan teori ini: respons terhadap harga pada level mikro (produksi individu) belum cukup untuk mengubah struktur makro (kontribusi agregat) karena kendala struktural seperti skala produksi, akses teknologi, dan integrasi pasar.

Ketiga, hasil ANOVA yang menunjukkan hierarki kontribusi yang jelas mendukung konsep *leading sector* dalam teori pembangunan ekonomi regional (Ridwan & Saprudin, 2024) di mana kelapa sawit berfungsi sebagai sektor pemimpin (*leading sector*) yang menarik pertumbuhan sektor-sektor terkait. Namun, dominasi berlebihan pada satu komoditas juga menimbulkan risiko kerentanan ekonomi (*monoculture risk*), sehingga diperlukan pengembangan komoditas lain untuk diversifikasi ekonomi.

Implikasi Kebijakan

Berdasarkan sintesis temuan regresi dan ANOVA, dapat dirumuskan strategi kebijakan yang terdiferensiasi sesuai karakteristik masing-masing kelompok komoditas:

1. Strategi untuk Kelapa Sawit (Komoditas Dominan): Fokus pada keberlanjutan (*sustainability*) melalui sertifikasi ISPO/ISCC, peningkatan produktivitas dengan teknologi tepat guna, dan pengembangan hilirisasi produk bernilai tambah tinggi seperti oleochemical dan biodiesel. Kebijakan harus menyeimbangkan antara ekspansi ekonomi dan konservasi lingkungan, termasuk pengendanaan alih fungsi lahan dan penegakan regulasi lingkungan (Aswan et al., 2024)(Simanullang, 2023).
2. Strategi untuk Kopi dan Kakao (Komoditas Responsif Harga): Memanfaatkan sensitivitas terhadap harga melalui skema stabilisasi harga dan insentif berbasis kualitas. Pengembangan merek (*branding*) kopi *specialty* dan kakao premium berbasis indikasi geografis Tapanuli Selatan dapat meningkatkan nilai tambah. Peningkatan akses pasar ekspor langsung (*direct trade*) dan pelatihan teknis budidaya serta pascapanen diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi produk(Maleachi & Christianus, 2024).
3. Strategi untuk Karet (Komoditas dengan Potensi Diversifikasi): Mengembangkan diversifikasi produk olahan karet seperti ban, alat kesehatan, dan produk industri lainnya untuk mengurangi ketergantungan pada lateks mentah.

 DOI:10.25077/joseta.v7i3.937

Kemitraan dengan industri pengolahan dan riset pengembangan produk baru menjadi kunci strategi ini. Pengembangan klaster industri karet terpadu dapat menciptakan ekonomi aglomerasi (Saihani et al., 2019)(R. R. Tambunan, n.d.).

4. Strategi Lintas Sektor, meliputi: Penguatan infrastruktur transportasi dan penyimpanan untuk mengurangi biaya logistik dan kehilangan pascapanen. Peningkatan akses pembiayaan bagi petani kecil melalui KUR (Kredit Usaha Rakyat) dan skema pembiayaan inklusif lainnya. Pengembangan sistem informasi harga komoditas real-time untuk meningkatkan transparansi pasar dan efisiensi rantai pasok. Pembentukan klaster agribisnis berbasis keunggulan komparatif lokal dengan pendekatan value chain terintegrasi. Penguatan kelembagaan petani melalui koperasi atau kelompok tani yang dapat meningkatkan skala ekonomi dan daya tawar.

Integrasi kebijakan ini memerlukan sinergi multipihak antara pemerintah daerah, kementerian terkait, pelaku usaha, akademisi, dan petani. Pendekatan *evidence-based policy making* seperti yang ditunjukkan dalam penelitian ini perlu menjadi dasar perumusan kebijakan pembangunan agribisnis ke depan.

KESIMPULAN

1. Pertama, faktor harga memiliki pengaruh yang signifikan dan positif terhadap produksi kopi dan kakao, sementara luas lahan tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa strategi intensifikasi melalui peningkatan produktivitas dan nilai tambah lebih efektif daripada sekadar ekspansi areal tanam. Kebijakan pengembangan kedua komoditas ini sebaiknya diarahkan pada pemberian insentif harga yang stabil, peningkatan kualitas budidaya, dan penguatan rantai nilai, bukan pada perluasan lahan yang justru dapat menghadapi *law of diminishing returns*.
2. Kedua, terdapat hierarki kontribusi yang jelas terhadap PDRB, dengan kelapa sawit sebagai komoditas dominan yang secara statistik berbeda signifikan dari ketiga komoditas lainnya. Karet, kopi, dan kakao membentuk kelompok homogen dengan kontribusi relatif terbatas, meskipun memiliki respons positif terhadap insentif harga. Dominasi kelapa sawit mencerminkan keberhasilan pengembangan skala ekonomi dan integrasi pasar, namun juga menimbulkan kekhawatiran akan ketergantungan ekonomi dan risiko sosial-lingkungan jika tidak dikelola secara berkelanjutan.
3. Ketiga, integrasi analisis regresi dan ANOVA mengungkapkan kompleksitas hubungan antara faktor produksi mikro dan kontribusi ekonomi makro. Respons produksi terhadap harga pada level petani belum cukup untuk mengubah struktur kontribusi agregat tanpa intervensi kebijakan yang menangani kendala struktural seperti skala produksi, teknologi, akses pasar, dan nilai tambah. Hal ini menunjukkan perlunya pendekatan kebijakan yang holistik dan terintegrasi, yang tidak hanya fokus pada peningkatan produksi tetapi juga pada transformasi struktural sektor agribisnis.

Penelitian ini merekomendasikan pendekatan kebijakan yang terdiferensiasi sesuai karakteristik masing-masing komoditas : strategi keberlanjutan untuk kelapa sawit, strategi berbasis kualitas dan harga untuk kopi dan kakao, serta strategi diversifikasi produk untuk karet. Implementasi kebijakan ini memerlukan sinergi antara pemerintah daerah, pelaku usaha, petani, dan lembaga penelitian untuk menciptakan ekosistem agribisnis yang berkelanjutan, inklusif, dan berdaya saing. penelitian lanjutan, disarankan untuk memasukkan variabel lain seperti iklim, teknologi, dan kebijakan, serta melakukan analisis pada level yang lebih mikro untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang dinamika produksi dan kontribusi ekonomi komoditas Perkebunan di Tapanuli Selatan

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Tapanuli Selatan yang telah menyediakan data sekunder penelitian ini, serta kepada Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada semua pihak yang telah berkontribusi, baik langsung maupun tidak langsung, dalam pelaksanaan penelitian ini, yang didanai secara mandiri oleh penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Aswan, N., Fadhillah, Y., Siregar, M. N. H., Puspita, N. R., Mahaji, T., & Harahap, A. U. (2024). Analisis Regresi Linier Dalam Estimasi Produktivitas Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis) Di Kabupaten Tapanuli Selatan. Innovative: Journal Of Sosial Science Reseach, 4(1), 10264–10276.

Augustin, Nabilla P., Prasetyo, E., & Santoso, S. I. (2022). Analisis Daya Saing Dan Trend Ekspor Kakao Indonesia Ke Lima Negara Tujuan Tahun 2010-2019. Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (Jepa), 6(2), 442–455.

Bps. (2023a). Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Tapanuli Selatan. Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapanuli Selatan.

Bps. (2023b). Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten Tapanuli Selatan Menurut Lapangan Usaha. Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapanuli Selatan.

Bps. (2024). Kabupaten Tapanuli Selatan Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapanuli Selatan.

Fevriera, S., & Safara Devi, F. (2023). Analisis Produksi Kelapa Sawit Indonesia: Pendekatan Mikro Dan Makro Ekonomi. Transformatif, Xii(1), 1–16.

Ghozy, M. R. Al, Soelistyo, A., & Kusuma, H. (2017). Analisis Ekspor Kakao Indonesia Di Pasar Internasional. Jurnal Ilmu Ekonomi, 1(4), 453–472.

Hayami, Y., & Rutton, V. W. (1985). Agricultural Development: An International Perspective. Johns Hopkins University Press.

Hidayattullah, A., Prayuginingsih, H., & Muliasari, R. M. (2024). Analisis Trend Internasional Ekspor Kopi Indonesia Di Pasar. Agri Analytics Journal, 2(2), 45–60.

Hutami, S. R., Dumasari, & Utami, P. (2024). Analisis Kontribusi Sektor Pertanian Terhadap Produk Domestik Regional Bruto (Pdrb) Kabupaten Banjarnegara. Jurnal Agribisnis Dan Pembangunan Pertanian (Japp), 2(1), 21–40.

Imran, S., & Indriani, R. (2022). Ekonomi Produksi Pertanian. Ideaspublishing.

Kementan. (2023). Statistik Perkebunan Indonesia. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Maleachi, S., & Christianus, F. (2024). Analisis Pengelolaan Panen Dan Pasca Panen Kopi Sebagai Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Biji Kopi Robusta Di Kota Pagar Alam. Jurnal Global Ilmiah, 1(7), 482–488.

Mankiw, N. G. (2012). Principles Of Economics. Cengage Learning.

Prasatyio, A. E. (2023). Pertumbuhan Bibit Kakao (Theobroma Cacao L)Terhadap Pemberian Kompos Ara Sungsang (Asystasia Gangetica) Dan Npk Di Polybag. Universitas Jambi.

Rahmawati, T. W., Santoso, S. I., & Nurfadillah, S. (2024). Analisis Trend Luas Lahan Dan Produksi Kopi Di Indonesia. Agromedia, 42(2), 145–153.

Ridwan, & Saprudin. (2024). Pembangunan Ekonomi Regional Edisi Revisi. Yayasan Sahabat Alam Rafflesia.

Saihani, A., Heldayani, L., Studi, P., Sekolah, A., Ilmu, T., & Amuntai, P. (2019). Kontribusi Sektor Pertanian Terhadap Produk Domestik Regional Bruto (Pdrb) Di Kabupaten Tabalong (Agricultural Sector Contribution To Gross Regional Domestic Product (Grdp) In Tabalong Regency). Rawa Sains: Jurnal Sains Stiper Amuntai, 10(2), 86–92.

Simanullang, B. (2023). Analisis Kontribusi Perkebunan Kelapa Sawit Terhadap Pdrb Di Provinsi Jambi. Universitas Jambi.

Soesana, A., Subakti, H., Salamun, S., Tasrim, I. W., Karwanto, K., Falani, I., Bukidz, D. P., & Pasaribu, A. N. (2023). Metodologi Penelitian Kuantitatif. Yayasan Kita Menulis.

Sugiyono. (2018). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D. Alfabeta.

Sukirno, S. (2010). Pengantar Ekonomi Mikro. Pt Raja Grafindo Persada.

Tambunan, R. A. (2024). Analisis Trend Produksi Kopi Dan Kakao Berdasarkan Luas Lahan Dan Harga Di

 DOI:10.25077/joseta.v7i3.937

Kabupaten Tapanuli Selatan. Universitas Graha Nusantara.

Tambunan, R. R. (N.D.). Analisis Perbedaan Kontribusi Komoditas Unggulan Pertanian Terhadap Pdrb Kabupaten Tapanuli Selatan. Universitas Graha Nusantara.

Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2015). Pembangunan Ekonomi. Erlangga.

Yokawati, Y. E. A., & Wachjar, A. (2019). Pengelolaan Panen Dan Pascapanen Kopi Arabika (Coffea Arabica L.) Di Kebun Kalisat Jampit, Bondowoso, Jawa Timur. Bul. Agrohorti, 7(3), 343–350.