

DINAMIKA EKONOMI DAN PEMANFAATAN SUMBER DAYA TERHADAP DEFORESTASI HUTAN INDONESIA PERIODE 1990–2023 (PENDEKATAN ARDL)

Nanda Putri Anastasya *¹
Dede Ikbal Andri Nuradi ²
Arfah Nurul Fatimah ³

^{1,2,3} Universitas Siliwangi

*e-mail : 233401048@student.unsil.ac.id, 233401002@student.unsil.ac.id, 233401008@student.unsil.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, dan ekspansi lahan pertanian terhadap deforestasi di Indonesia. Menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode Autoregressive Distributed Lag (ARDL). Penelitian ini memanfaatkan data sekunder dari World Bank dalam bentuk deret waktu periode 1990-2023. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan jangka panjang yakni ekspansi lahan pertanian berpengaruh positif signifikan terhadap deforestasi hutan. Sedangkan GDP dan konsumsi energi tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap deforestasi. Sebaliknya secara hubungan jangka pendek, ekspansi lahan pertanian memiliki pengaruh positif signifikan terhadap deforestasi. Namun, GDP dan konsumsi energi memiliki pengaruh negatif signifikan terhadap deforestasi. Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa tanpa pengendalian ekspansi lahan pertanian, deforestasi akan terus meningkat dan pada akhirnya menimbulkan beban lingkungan serta ekonomi bagi Indonesia.

Kata Kunci: Deforestasi, Ekspansi Lahan Pertanian, GDP, Konsumsi Energi

Abstract

This study aims to analyze the influence of economic growth, energy consumption, and agricultural land expansion on deforestation in Indonesia. A descriptive quantitative approach using the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) method was used. This study utilized secondary data from the World Bank in the form of a time series for the period 1990-2023. The results indicate a long-term relationship, with agricultural land expansion having a significant positive effect on deforestation. Meanwhile, GDP and energy consumption have no significant effect on deforestation. Conversely, in the short-term relationship, agricultural land expansion has a significant positive effect on deforestation. However, GDP and energy consumption have a significant negative effect on deforestation. The implications of this study indicate that without controlling agricultural land expansion, deforestation will continue to increase and ultimately impose environmental and economic burdens on Indonesia.

Keywords: Deforestation, Agricultural Land Expansion, GDP, Energy Consumption

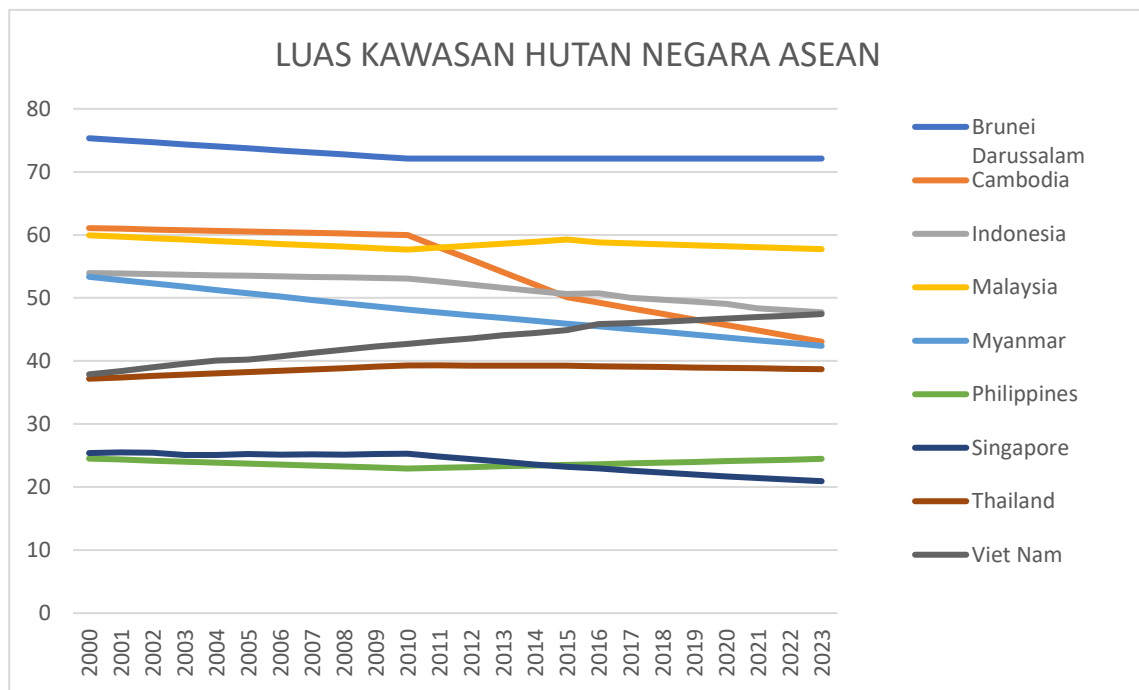
PENDAHULUAN

Deforestasi merupakan kondisi hutan mengalami penurunan akibat aktivitas manusia, termasuk alih fungsi lahan untuk pembangunan, pertanian, perkebunan, pertambangan dan pemukiman (Tulungagung, 2023). Sedangkan menurut Wahyuni (2021) mendefinisikan bahwa deforestasi adalah bentuk kehilangan lahan hutan yang merupakan ancaman bagi makhluk hidup dan berpengaruh sangat besar terhadap perubahan iklim. Menurut Levers et al. (2021) pertumbuhan ekonomi global yang semakin pesat mendorong pemanfaatan sumber daya alam secara intensif dan meningkatkan tekanan terhadap kawasan hutan.

Menurut laporan *Food and Agriculture Organization* hampir 90% deforestasi dunia disebabkan oleh ekspansi lahan pertanian serta aktivitas ekonomi berbasis lahan.

Indonesia, sebagai salah satu negara hutan tropis terluas di dunia, menghadapi tekanan serius dalam menjaga keberlanjutan kawasan hutannya. Laju pembangunan yang mengikuti pertumbuhan ekonomi mulai dari infrastruktur, industri, hingga perkebunan telah mendorong perubahan penggunaan lahan dan mempercepat berkurangnya tutupan hutan (K. S. Agusti et al., 2020). Di sisi lain, pola konsumsi energi di negara berkembang masih bergantung pada sumber konvensional seperti biomassa kayu turut memperbesar tekanan terhadap hutan (Bildirici et al., 2023). Menurut Brun et al, (2015), akibatnya, deforestasi di Indonesia menjadi perhatian internasional karena berdampak besar pada peningkatan emisi karbon dan mengancam keragaman hayati di tingkat global.

Gambar 1. Luas Kawasan Hutan Indonesia 2000-2023



Berdasarkan grafik perkembangan luas kawasan hutan negara-negara ASEAN, Indonesia menunjukkan tren penurunan yang stabil sejak tahun 2000 hingga 2023. Meskipun penurunannya tidak secepat Myanmar maupun Kamboja, kondisi ini tetap mengindikasikan tekanan berkelanjutan terhadap sumber daya hutan nasional. Persentase luas hutan Indonesia yang tampak lebih kecil dalam grafik World Bank bukan berarti Indonesia memiliki luas hutan lebih sedikit, melainkan karena total wilayah Indonesia jauh lebih besar. Akibatnya, hilangnya hutan dalam skala kecil tidak terlalu terlihat secara persentase, padahal secara absolut jumlahnya sangat besar. Dengan pertimbangan tersebut, Indonesia dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki hutan terluas di ASEAN, berperan signifikan dalam deforestasi global, serta didukung oleh ketersediaan data yang lebih lengkap dan konsisten dibanding negara lain.

Penelitian ini bertujuan menilai pengaruh pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, dan ekspansi lahan pertanian terhadap deforestasi di Indonesia dengan dasar teori *Environmental Kuznets Curve* (EKC), yang menyatakan pembangunan awal cenderung meningkatkan kerusakan lingkungan sebelum akhirnya menurun pada tingkat pendapatan tertentu (Nkoro & Uko, 2020). Harapannya, penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai faktor-faktor ekonomi dan penggunaan lahan yang mempengaruhi deforestasi, sehingga dapat menjadi dasar bagi pemerintah dalam merumuskan kebijakan pembangunan yang lebih berkelanjutan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat mendorong penerapan strategi pembangunan yang menyeimbangkan pertumbuhan ekonomi dengan upaya pelestarian lingkungan, khususnya dalam pengelolaan energi dan tata kelola lahan pertanian.

Produk Domestik Bruto (PDB) atau Gross Domestic Product (GDP) merupakan nilai total barang dan jasa yang dihasilkan suatu negara dalam periode tertentu dan menjadi indikator utama untuk menilai aktivitas ekonomi serta tingkat kesejahteraan masyarakat (Kurniawan et al., 2019). Austin et al. (2019) dan Destiarsono, (2023) menemukan bahwa di Indonesia, peningkatan GDP sering disertai ekspansi sektor pertanian, perkebunan, dan pertambangan yang mendorong deforestasi. Namun, temuan dari penelitian lain tidak selalu sejalan. Afsari et al., (2025) pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif signifikan terhadap deforestasi hutan. Penelitian lain Astana et al. (2012) menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi tidak berpengaruh terhadap deforestasi hutan.

Selain GDP, konsumsi energi juga menjadi faktor penting yang memengaruhi deforestasi. Konsumsi energi merujuk pada penggunaan berbagai sumber energi seperti bahan bakar fosil, listrik, dan energi terbarukan untuk mendukung aktivitas ekonomi dan kebutuhan masyarakat. Agusti et al., (2020) menemukan bahwa meningkatnya konsumsi energi dapat memperbesar deforestasi karena aktivitas ekonomi yang makin intensif. Sebaliknya, penelitian Ponce & Del (2021) menunjukkan konsumsi energi memiliki pengaruh negatif terhadap deforestasi melalui peningkatan efisiensi energi dan elektrifikasi. Sementara itu, temuan Aydin et al., (2024) di Finlandia menunjukkan bahwa konsumsi biomassa tidak selalu meningkatkan kehilangan hutan, sehingga dampaknya sangat bergantung pada kebijakan dan kondisi negara.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa ekspansi lahan pertanian umumnya berpengaruh positif terhadap deforestasi, sebagaimana ditemukan oleh Syahputra et al. (2022) dan Ma et al. (2023) yang menegaskan bahwa alih fungsi hutan untuk pertanian terus meningkatkan kehilangan tutupan hutan setiap tahun. Namun, hasil ini tidak selalu konsisten, beberapa studi seperti Maksimilianus et al., (2025) menunjukkan bahwa ekspansi dapat menekan deforestasi ketika lahan terbatas atau regulasi diperketat. Henrique & Barros (2025), bahkan menemukan bahwa ekspansi tidak berdampak pada deforestasi jika diarahkan ke lahan terdegradasi

Meskipun banyak studi sebelumnya yang menyoroti ketiga variabel tersebut, sebagian besar studi masih menggunakan data lama dan hanya menganalisis satu atau dua faktor secara terpisah, sehingga interaksi antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, dan ekspansi lahan pertanian belum banyak dikaji secara bersamaan. Untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif, penelitian ini menggunakan data terbaru dengan pendekatan ARDL yang mampu menelusuri hubungan jangka pendek dan jangka panjang secara simultan. Dengan cara ini, penelitian diharapkan dapat menghadirkan gambaran yang lebih lengkap serta memperbarui temuan-temuan sebelumnya terkait faktor-faktor yang memengaruhi deforestasi di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Data Penelitian

Metode penelitian memiliki peran penting dalam menentukan langkah dan teknik analisis yang digunakan dalam sebuah studi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif, yaitu pendekatan yang mengolah data numerik untuk menjelaskan dan menggambarkan fenomena secara objektif berdasarkan hasil analisis statistik. Pendekatan ini memungkinkan peneliti menyajikan data secara sistematis sehingga dapat diinterpretasikan menjadi informasi yang bermakna (Slater & Hasson, 2025). Tujuan dari penggunaan metode kuantitatif deskriptif adalah untuk mengidentifikasi pola, hubungan, serta pengaruh antarvariabel melalui hasil perhitungan statistik yang terukur (Aggarwal & Ranganathan, 2019). Dengan demikian, pendekatan ini membantu memperoleh gambaran yang jelas tentang fenomena yang diteliti secara faktual dan berbasis data.

Tabel 1. Operasional Variabel

Nama Variabel	Simbol	Pengukuran	Sumber Data
Deforestasi Hutan	HTN	Persentase luas hutan (% dari luas daratan)	World Bank
Produk Domestik Bruto	GDP	Nilai PDB (US\$) / pertumbuhan PDB (%)	World Bank
Konsumsi Energi	ENR	Konsumsi energi per kapita (kg oil equivalent)	World Bank

Ekspansi Lahan Pertanian	AGRLN	Persentase luas lahan pertanian (% dari total luas daratan)	World Bank
--------------------------	-------	---	------------

Sumber: Data diolah, 2025

Tabel 1 di atas menggambarkan definisi operasional, simbol, serta cara pengukuran masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian. Seluruh data bersifat sekunder dan diperoleh dari *World Bank* dalam bentuk deret waktu, yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi, ekspansi lahan pertanian, dan deforestasi di Indonesia.

Model Empiris

Penelitian ini menggunakan metode analisis *Autoregressive Distributed Lag* (ARDL), yaitu model yang mampu mengukur pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen sekaligus mempertimbangkan pengaruh nilai variabel dependen pada periode sebelumnya terhadap nilai saat ini (Ajoje et al., 2022). Pendekatan ARDL dipandang efektif karena tetap memberikan estimasi yang akurat meskipun setiap variabel memiliki tingkat integrasi atau stasioneritas yang berbeda (Nkoro & Uko, 2020). Selain itu, ARDL juga memungkinkan estimasi hubungan jangka pendek dan jangka panjang secara simultan melalui pembentukan model koreksi kesalahan atau *Error Correction Model* (ECM), sehingga dinamika penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang dapat dijelaskan dengan baik (Ponziani, 2023). Sebagaimana model persamaan *Autoregressive Lag* (ARDL) jangka panjang yang akan diestimasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut (Ahmad Ridha et al., 2021).

$$HTN_t = \beta_0 + \beta_1 GDP_t + \beta_2 ENR_t + \beta_3 AGRLN_t + e_t \tag{1}$$

HTN merupakan variabel yang merepresentasikan *deforestasi hutan*. Nilai β_0 menunjukkan *konstanta* dalam model, sedangkan β_1 , β_2 , dan β_3 masing-masing merupakan *koefisien regresi* yang menggambarkan besarnya pengaruh dari variabel independen terhadap variabel dependen. Variabel GDP melambangkan *Produk Domestik Bruto (PDB)*, ENR menunjukkan *konsumsi energi*, dan AGRLN merepresentasikan *ekspansi lahan pertanian*. Sementara itu, e merupakan *galat (error term)* yang mencerminkan faktor-faktor lain di luar model yang dapat memengaruhi hasil, dan t menunjukkan *dimensi waktu (time series)* yang digunakan dalam analisis data. Dengan demikian, persamaan (1) dapat dijabarkan menjadi model ARDL jangka pendek sebagai berikut:

$$HTN_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_{1i} \Delta HTN_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} GDP_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{3i} ENR_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{4i} EGRLN_{t-i} + yECT_{t-1} + e_t \tag{2}$$

Pada tahap awal analisis ARDL, dilakukan pengujian stasioneritas data untuk memastikan bahwa variabel deret waktu tidak memiliki pola yang berubah-ubah sepanjang periode pengamatan. Pengujian dilakukan menggunakan metode *Augmented Dickey-Fuller (ADF)*. Jika nilai statistik ADF lebih kecil daripada nilai kritisnya, maka variabel dianggap stasioner, sedangkan apabila nilai statistik ADF lebih besar dari nilai kritis, maka variabel dikategorikan tidak stasioner (Ningtiyas et al., 2022). Setelah diketahui tingkat integrasi masing-masing variabel, dilakukan pengujian kointegrasi untuk melihat apakah variabel memiliki hubungan jangka panjang. Penelitian ini menggunakan *Bounds Testing Cointegration*, yang umum digunakan dalam model ARDL karena mampu menangani variabel dengan tingkat integrasi yang berbeda. Ketika kointegrasi teridentifikasi, maka analisis dilanjutkan dengan estimasi hubungan jangka pendek menggunakan *Error Correction Model* (ECM), yang menunjukkan proses penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang (Bashir & Ibrahim, 2023).

Langkah berikutnya adalah menentukan panjang lag optimum. Pemilihan lag dilakukan untuk memastikan model dapat menangkap dinamika hubungan antar variabel secara efektif. Penentuan lag optimal mengacu pada beberapa kriteria pemilihan model seperti *Akaike Information Criterion* (AIC), *Schwarz Bayesian Criterion* (SBC), dan *Hannan Quinn Criterion* (HQ). Setelah model ARDL terbentuk, dilakukan pengujian stabilitas model untuk mengetahui apakah struktur model tetap konsisten selama periode analisis. Stabilitas diuji melalui grafik CUSUM dan *CUSUM of Squares*, yang menunjukkan kestabilan model apabila garis plot berada dalam batas kontrol (Shahid et al., 2022).

Selanjutnya dalam penelitian ini, dilakukan serangkaian uji asumsi klasik untuk memastikan bahwa model regresi yang digunakan memenuhi kriteria kelayakan analisis. Uji normalitas digunakan untuk melihat apakah nilai residual dalam model menyebar secara normal sehingga hasil estimasi dapat diinterpretasikan dengan tepat. Selanjutnya, uji heteroskedastisitas dilakukan untuk memastikan bahwa varians residual bersifat konstan pada setiap observasi dan tidak terjadi

ketidaksamaan sebaran *error* antar pengamatan. Kemudian, dilakukan uji autokorelasi untuk mengetahui apakah terdapat hubungan atau pola tertentu pada residual dari satu periode ke periode berikutnya. Model regresi yang baik adalah model yang bebas dari autokorelasi sehingga *error* antar waktu tidak saling memengaruhi (Bashir & Ibrahim, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum memasuki tahap estimasi model ARDL, dilakukan terlebih dahulu pengujian sifat dasar data deret waktu untuk memastikan kelayakan analisis. Salah satu langkah awal yang penting adalah menguji apakah variabel-variabel penelitian bersifat stasioner atau tidak. Pengujian ini diperlukan agar model tidak menghasilkan estimasi yang bias dan agar hubungan jangka panjang dapat dianalisis secara akurat. Adapun hasil pengujian stasioneritas menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Stasioneritas

Variabel	ADF t- Statistik	Prob	Keputusan
Deforestasi Hutan (Y)	-3.236225	0.0267	(I(0))
GDP (X1)	-12.63165	0.0000	(I(1))
Konsumsi Energi (X2)	-5.248381	0.0001	(I(1))
Ekspansi Lahan Pertanian (X3)	-9.979455	0.0000	(I(1))

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji stasioneritas dengan metode ADF, variabel deforestasi hutan stasioner pada level (I(0)), sedangkan variabel GDP, konsumsi energi dan ekspansi lahan pertanian stasioner pada *first difference* (I(1)). Dengan demikian, seluruh variabel memenuhi prasyarat penggunaan model ARDL karena tidak ada variabel yang stasioner pada tingkat *second difference* (I(2)). Selanjutnya, untuk melihat apakah variabel-variabel dalam model memiliki hubungan jangka panjang, dilakukan uji kointegrasi menggunakan pendekatan Bounds Test. Hasil pengujiannya ditampilkan pada tabel berikut.

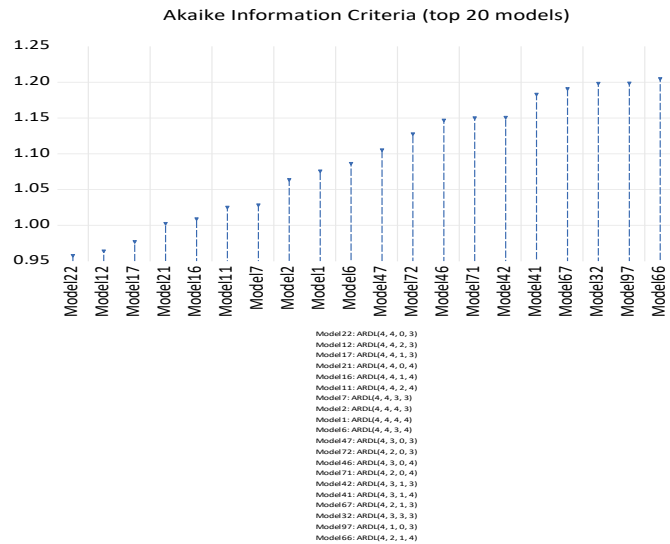
Tabel 3. Hasil Uji Bounds Test

Tingkat Signifikansi	Nilai Kritis I(0)	Nilai Kritis I(1)	Keputusan
10%	2.676	3.586	F-Stat > I(1) = Ada kointegrasi
5%	3.272	4.306	F-Stat > I(1) = Ada kointegrasi
1%	4.614	5.966	F-Stat > I(1) = Ada kointegrasi
F-Statistic			6.055322
Jumlah Var X			3

Sumber: Data diolah, 2025

Pengujian yang dilakukan untuk menguji kointegrasi adalah dengan menggunakan *Bounds Test*. Berdasarkan hasil Bounds Hasil uji Bound Test menunjukkan bahwa nilai F-Statistic sebesar 6.055322 lebih besar dari nilai kritis atas (I(1)) pada semua tingkat signifikansi (10%, 5%, dan 1%). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan jangka panjang (kointegrasi) antara variabel deforestasi hutan, GDP, konsumsi energi, dan ekspansi lahan pertanian dalam model ARDL. Pada tahap berikutnya, pemilihan panjang lag optimum dilakukan untuk menentukan kombinasi lag yang paling sesuai dengan model ARDL. Hasil pemilihannya disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Lag Optimum



Sumber: Data diolah, 2025

Penentuan panjang lag optimum dalam model ARDL dilakukan dengan menggunakan kriteria *Akaike Information Criterion* (AIC). Tujuan dari pemilihan lag ini adalah untuk memperoleh model yang paling efisien, yaitu model yang mampu menggambarkan hubungan dinamis antar variabel secara akurat tanpa menimbulkan *overfitting*. Berdasarkan hasil perbandingan nilai AIC dari 20 model terbaik yang dihasilkan, diketahui bahwa model dengan nilai AIC terendah adalah ARDL (4, 4, 0, 3). Lebih lanjut, hasil estimasi model ARDL disajikan untuk melihat hubungan jangka panjang dan jangka pendek antara variabel penelitian. Ringkasan koefisien dari kedua estimasi tersebut ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Uji ARDL Jangka Panjang & Pendek

Estimasi Jangka Panjang	Koefisien	t-stat	Prob
D(GDP)	5.63E-16	1.918792	0.0756
D(ENR)	-0.077227	-1.697224	0.1118
D(AGRLN)	69.89553	2.868822	0.0124
C	28.89456	5.014894	0.0029
Estimasi Jangka Pendek			
D(HTN(-1))	0.128617	0.875682	0.3960
D(HTN(-2))	-0.061077	-0.402342	0.6935
D(HTN(-3))	-0.481590	-3.268226	0.0056
D(GDP,2)	2.76E-18	1.350116	0.1984
D(GDP(-1),2)	-3.26E-17	-5.989879	0.0000
D(GDP(-2),2)	-1.67E-17	-4.035435	0.0012
D(GDP(-3),2)	-6.23E-18	-2.709619	0.0169
D(AGRLN,2)	1.680752	7.394396	0.0000
D(AGRLN(-1),2)	-2.952607	-5.482400	0.0001
D(AGRLN(-2),2)	-1.825811	-5.458668	0.0001
CointEq(-1)*	-0.072126	-6.239156	0.0000
R-squared	0.995054		
Adj R-squared	0.990108		
Prob(F-statistic)	0.000000		

Sumber: Data diolah, 2025

Berdasarkan hasil estimasi jangka panjang dan pendek pada Tabel 5, diperoleh persamaan jangka sebagai berikut:

$$HTN = 28.89456 + 5.63E-16 GDP - 0.077227 ENR + 69.89553AGRLN \quad (3)$$

Selanjutnya, untuk melihat hubungan jangka pendek serta proses penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang, digunakan model koreksi kesalahan atau *Error Correction Model* (ECM). Berdasarkan hasil estimasi, diperoleh persamaan ECM sebagai berikut:

$$\Delta HTN_t = 0.128617\Delta HTN_{t-1} - 0.061077\Delta HTN_{t-2} - 0.481590\Delta HTN_{t-3} - 2.76E-18\Delta GDP_{t-1} - 1.67E-17\Delta GDP_{t-2} - 6.23E-18\Delta GDP_{t-3} + 1.680752\Delta AGRN_{t-2} - 2.552607\Delta AGRN_{t-1} - 1.825811\Delta AGRN_{t-2} - 0.072126ECT_{t-1} + \mu_t \quad (4)$$

Berdasarkan hasil estimasi jangka pendek, koefisien CointEq(-1) sebesar -0.072126 signifikan dan bernilai negatif, menandakan adanya proses penyesuaian menuju keseimbangan jangka panjang. Sekitar 7,2% ketidakseimbangan antara deforestasi, ekspansi lahan pertanian, dan pertumbuhan ekonomi akan terkoreksi setiap periode. Dalam jangka panjang, GDP berpengaruh positif namun belum signifikan terhadap deforestasi. Temuan ini memperlihatkan bahwa seiring dengan pertumbuhan ekonomi, permintaan lahan untuk industri maupun infrastruktur meningkat, sehingga potensi deforestasi menjadi lebih besar. Hasil tersebut didukung oleh penelitian kumaran et al. (2024) dan Austin et al. (2019) yang mengungkapkan bahwa peningkatan GDP di Asia mengakibatkan kenaikan emisi karbon dan tekanan terhadap tutupan hutan, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia.

Sementara itu, Farazilah (2025) menyoroti bahwa pertumbuhan GDP sangat terkait dengan perubahan tutupan hutan, terutama jika tidak diimbangi dengan kebijakan perlindungan lingkungan yang kuat. Sebagaimana dijelaskan Sherin Alifah & Amin Pujiati (2025), GDP di Indonesia mempercepat deforestasi baik secara langsung maupun tidak langsung melalui perluasan sektor perkebunan dan urbanisasi. Namun, dalam jangka pendek, pertumbuhan ekonomi (GDP) menunjukkan pengaruh negatif dan signifikan pada tiga lag. Artinya, peningkatan GDP sebelumnya dapat menekan laju deforestasi dalam jangka pendek. Sejalan dengan temuan dari Afsari et al., (2025) pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif signifikan terhadap deforestasi hutan. Bahkan dalam penelitian lain oleh Astana et al. (2012) menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi tidak berpengaruh terhadap deforestasi hutan. Hasil ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi tidak selalu memperburuk deforestasi, melainkan dapat menguranginya melalui efisiensi atau pergeseran aktivitas ekonomi dari sektor berbasis lahan.

Hal ini sejalan dengan temuan Destiarsono (2023) yang *menguji Environmental Kuznets Curve* (EKC) di ASEAN dan menemukan bahwa setelah melewati titik balik tertentu, pengaruh GDP terhadap deforestasi berubah menjadi negatif karena adanya pergeseran sektor ekonomi dan implementasi kebijakan yang lebih baik. Fenomena serupa juga didokumentasikan pada studi Georgescu (2024) di Finlandia, di mana transformasi ekonomi menyebabkan penurunan tekanan deforestasi apabila kebijakan tata kelola semakin baik. Temuan ini menegaskan pentingnya kebijakan pembangunan berkelanjutan dalam mengelola dampak pertumbuhan ekonomi terhadap lingkungan.

Dengan mengintegrasikan hasil penelitian ini dan dukungan dari berbagai studi internasional, dapat disimpulkan bahwa pengaruh GDP terhadap deforestasi dipengaruhi oleh konteks kebijakan, struktur ekonomi, dan tata kelola lingkungan. Tekanan dari pertumbuhan ekonomi bisa ditekan dengan insentif ekonomi hijau dan efisiensi sektoral (Sunaryo & Tajib, 2025). Oleh karena itu, arah kebijakan pembangunan di Indonesia harus mengedepankan integrasi antara pertumbuhan ekonomi dan pelestarian lingkungan agar bisa menekan dampak negatif terhadap hutan.

Konsumsi energi (ENR) berpengaruh negatif dan tidak signifikan, menunjukkan perubahan penggunaan energi belum berdampak nyata terhadap deforestasi. Artinya, walaupun pergeseran konsumsi energi ke arah energi modern atau efisiensi energi mulai tampak, dampaknya terhadap laju deforestasi belum terasa optimal pada periode pengamatan. Temuan tersebut konsisten dengan hasil penelitian Bildirici et al. (2023) dan Agusti et al., (2020) yang melaporkan bahwa konsumsi energi konvensional masih menjadi penyebab utama deforestasi karena aktivitas ekonomi yang semakin intensif terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Sebaliknya, penelitian Okafor & Ekene (2025) di Nigeria dan Ponce & Del (2021) menunjukkan konsumsi energi memiliki pengaruh negatif dan signifikan terhadap deforestasi melalui peningkatan efisiensi energi dan elektrifikasi. Sementara itu, temuan Aydin et al., (2024) di Finlandia menunjukkan bahwa konsumsi

biomassa tidak selalu meningkatkan kehilangan hutan, sehingga dampaknya sangat bergantung pada kebijakan dan kondisi negara.

Oleh sebab itu, walaupun belum signifikan secara statistik dalam hasil pengujian sendiri, arah pengaruh konsumsi energi terhadap deforestasi telah sesuai dengan hasil literatur global yang menekankan pentingnya elektrifikasi dan transisi energi bersih. Rekomendasi ke depan harus berfokus pada peningkatan akses energi terbarukan serta inovasi teknologi yang mempercepat pergeseran pola konsumsi masyarakat menuju sumber energi yang lebih ramah lingkungan guna memperkuat upaya pengurangan deforestasi (Raihan et al., 2022). Dengan demikian, peran kebijakan energi berkelanjutan sangat vital dalam strategi pelestarian hutan Indonesia.

Sementara ekspansi lahan pertanian (AGRLN) berpengaruh positif dan signifikan pada jangka panjang, menandakan peningkatan aktivitas pertanian mendorong deforestasi. Nilai konstanta (28.89456) menunjukkan bahwa jika seluruh variabel lain konstan, deforestasi tetap berada pada tingkat positif sebesar 28,89. Dan memiliki pengaruh paling dominan terhadap deforestasi juga pada jangka pendek. Pada lag dua, pengaruhnya positif dan signifikan, menandakan perluasan lahan pertanian mendorong peningkatan deforestasi. sebagaimana ditemukan oleh Syahputra et al. (2022) dan Ma et al. (2023) yang menegaskan bahwa alih fungsi hutan untuk pertanian terus meningkatkan kehilangan tutupan hutan setiap tahun.

Setiap peningkatan lahan pertanian secara nyata meningkatkan besarnya deforestasi dengan angka koefisien yang tinggi dan nilai probabilitas signifikan. Hasil penelitian ini selaras dengan laporan FAO (2021) yang menyatakan hampir 90% deforestasi dunia dipicu pembukaan lahan pertanian, dan Indonesia merupakan salah satu kontributor terbesar dengan arah hubungan positif signifikan. Penemuan serupa juga dilaporkan Aquilas et al. (2022) yang meneliti Cekungan Kongo, di mana konversi hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan teridentifikasi sebagai penyebab utama penurunan cadangan karbon dan kerusakan ekosistem. Namun, hasil ini tidak selalu konsisten, beberapa studi seperti Maksimilianus et al., (2025) menunjukkan bahwa ekspansi dapat menekan deforestasi ketika lahan terbatas atau regulasi diperketat. Henrique & Barros (2025), bahkan menemukan bahwa ekspansi tidak berdampak pada deforestasi jika diarahkan ke lahan terdegradasi.

Melihat kondisi tersebut, upaya kebijakan yang direkomendasikan adalah penataan ruang yang ketat, intensifikasi serta optimalisasi lahan pertanian yang ada, dan pembatasan ekspansi lahan baru sebagai respon terhadap temuan hasil penelitian serta literatur global. Studi di Malaysia dan negara Asia lainnya melalui ARDL juga memperkuat bahwa pola ini bersifat universal. Ekspansi lahan pertanian dan konsumsi energi konvensional berkontribusi besar terhadap deforestasi serta peningkatan emisi karbon (Raihan et al., 2022). Konsekuensinya, kolaborasi multistakeholder dan penegakan regulasi sangat penting agar kebutuhan pangan tidak lagi berlawanan dengan perlindungan ekosistem hutan di masa depan (Levers, Romero-Muñoz, et al., 2021).

Secara simultan hasil estimasi model ARDL menunjukkan bahwa GDP, konsumsi energi, dan ekspansi lahan pertanian bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap tingkat deforestasi di Indonesia. Nilai probabilitas F-statistic yang jauh di bawah tingkat signifikansi menunjukkan bahwa ketiga variabel tersebut memiliki hubungan yang kuat dan berarti terhadap deforestasi. Nilai R-squared yang tinggi menandakan bahwa ketiganya mampu menjelaskan hampir seluruh variasi perubahan deforestasi dalam periode pengamatan. Secara empiris, peningkatan GDP dan konsumsi energi mendorong aktivitas ekonomi dan pembangunan infrastruktur yang berpotensi memperluas penggunaan lahan, sementara ekspansi lahan pertanian langsung berdampak pada hilangnya tutupan hutan. Dengan demikian, ketiga variabel ini terbukti berperan penting dan saling memperkuat dalam menjelaskan dinamika deforestasi di Indonesia.

Temuan ini selaras dengan beberapa penelitian terdahulu yang menyoroti pengaruh simultan ketiga variabel tersebut terhadap deforestasi. Agusti et al, (2020) menunjukkan bahwa variabel ekonomi dan konsumsi energi fosil berpengaruh signifikan terhadap laju deforestasi, khususnya terkait pembangunan infrastruktur dan pertumbuhan industri. Alifah & Pujiati, (2025) menemukan hubungan positif antara pertumbuhan ekonomi, ekspansi lahan pertanian, dan konsumsi energi terhadap peningkatan emisi CO₂ akibat deforestasi, menegaskan kontribusi variabel tersebut pada degradasi lingkungan terkait hutan di Indonesia. Malik, (2024) menegaskan bahwa pertumbuhan ekonomi, ekspansi lahan pertanian, dan konsumsi energi signifikan

meningkatkan tingkat deforestasi, serta menekankan perlunya kebijakan yang mengintegrasikan pembangunan ekonomi dan konservasi lingkungan.

Selain itu, temuan ini menegaskan perlunya kebijakan pembangunan berkelanjutan yang mengintegrasikan pertumbuhan ekonomi dan pelestarian lingkungan. Jamal et al, (2024) menunjukkan bahwa tanpa keseimbangan antara aktivitas ekonomi dan konservasi hutan, deforestasi dapat meningkat, sehingga dibutuhkan kebijakan terpadu. Selain itu, Rohmy & Nihayaty, (2023) menyoroti peran kebijakan ekonomi hijau dalam mentransformasi pengelolaan hutan di Indonesia, terutama melalui digitalisasi yang meningkatkan efisiensi konservasi sekaligus mendorong pertumbuhan ekonomi. Pendekatan ini mendukung transisi energi bersih dan pengelolaan tata guna lahan yang efisien, menciptakan sinergi antara ekonomi, energi, dan konservasi hutan di Indonesia.

Selanjutnya, diperlukan serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa model memenuhi karakteristik statistik dasar. Pengujian asumsi klasik dilakukan untuk menilai apakah data dan model regresi berada dalam kondisi yang layak, sehingga hasil estimasi dapat dipercaya dan tidak bias.

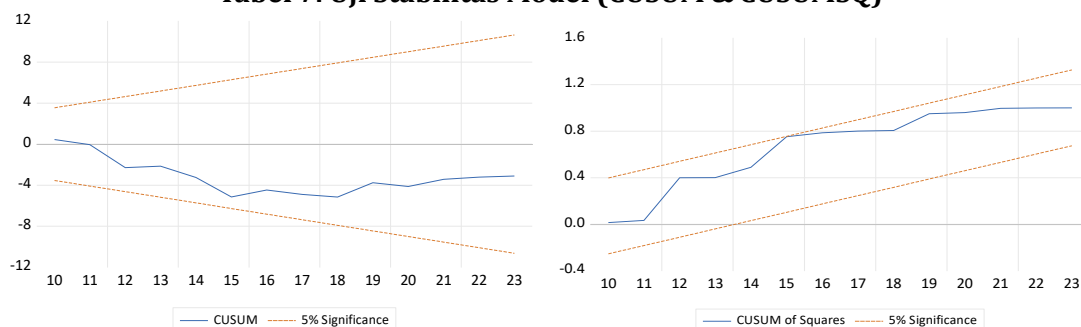
Tabel 6. Hasil Asumsi Klasik

Asumsi	Uji	P-Value (alpha 5%)	Kesimpulan
Normalitas	Jarque-Bera (<i>JB Test</i>)	0.733981	Terdistribusi normal
Heteroskedastisitas	Breusch- Pagan Test	0.4945	Tidak mengalami masalah heteroskedastisitas
Autokorelasi	Breusch- Godfrey LM test	0.2547	Tidak mengalami masalah autokorelasi

Sumber: Data diolah, 2025

Hasil uji asumsi klasik menunjukkan bahwa data terdistribusi normal serta tidak terdapat heteroskedastisitas maupun autokorelasi. Dengan demikian, model dinyatakan stabil, valid, dan layak digunakan untuk menjelaskan hubungan antara deforestasi, ekspansi lahan pertanian, konsumsi energi, dan pertumbuhan ekonomi. Setelah model dinyatakan memenuhi asumsi klasik, langkah berikutnya adalah memastikan kestabilan parameter sepanjang periode observasi. Uji stabilitas diperlukan untuk menilai apakah hubungan antarvariabel dalam model ARDL konsisten dan tidak mengalami perubahan struktural yang dapat memengaruhi validitas kesimpulan penelitian.

Tabel 7. Uji Stabilitas Model (CUSUM & CUSUMSQ)



Sumber: Data diolah, 2025

Hasil uji stabilitas dengan grafik CUSUM dan CUSUM of Squares menunjukkan bahwa garis biru berada di dalam batas signifikansi 5%. Hal ini menandakan bahwa model ARDL bersifat stabil, tidak mengalami perubahan struktural, dan koefisiennya konsisten sepanjang periode penelitian. Dengan demikian, model dapat dianggap andal dan layak digunakan untuk analisis jangka pendek maupun jangka panjang.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekspansi lahan pertanian merupakan faktor yang paling dominan dalam mendorong deforestasi di Indonesia. Baik dalam jangka panjang maupun jangka

pendek, perluasan lahan pertanian terbukti memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap hilangnya tutupan hutan, sehingga konversi lahan menjadi salah satu penyebab utama menurunnya kualitas lingkungan.

Sementara itu, pertumbuhan ekonomi (GDP) dan konsumsi energi menunjukkan pola yang berbeda. Dalam jangka panjang keduanya tidak berpengaruh signifikan terhadap deforestasi, namun dalam jangka pendek justru memiliki pengaruh negatif yang signifikan. Hasil ini mengindikasikan bahwa aktivitas ekonomi dan perubahan konsumsi energi tidak selalu memperburuk kondisi hutan ketika diimbangi oleh kebijakan yang tepat, efisiensi energi, dan pergeseran struktur ekonomi yang lebih ramah lingkungan.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menegaskan pentingnya mengendalikan ekspansi lahan pertanian sebagai langkah utama menekan laju deforestasi di Indonesia. Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa pemerintah perlu memperkuat kebijakan tata guna lahan, mendorong intensifikasi pertanian, dan mempercepat transisi energi bersih agar tekanan terhadap hutan dapat berkurang tanpa menghambat pembangunan ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afsari, A. T., Handayani, L. D., Deli, V. R., Afriyenti, T., & Septriani, S. (2025). Analisis Pengaruh Investasi dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Degradasi Lingkungan di Indonesia. *Islamic Economics Journal*, 6(1), 204–223.
- Aggarwal, R., & Ranganathan, P. (2019). Study designs: Part 2 - Descriptive studies. *Perspectives in Clinical Research*, 10(1), 34–36. https://doi.org/10.4103/picr.PICR_154_18
- Agusti, K. S., Nur, W., Amin, A., & Permatasari, D. (2020a). The Impact of Economic Variables and Energy Consumption on Deforestation in Indonesia. *Indonesian Journal of Development Studies (IJDS)*, 8–15.
- Agusti, K. S., Nur, W., Amin, A., & Permatasari, D. (2020b). The Impact of Economic Variables and Energy Consumption on Deforestation in Indonesia. *Indonesian Journal of Development Studies (IJDS)*, 7, 8–10.
- Ahmad Ridha, Nurjannah, & Ratna Mutia. (2021). Analisis Permintaan Uang di Indonesia: Pendekatan Autoegressive Distributed lag (Ardl). *Jurnal Samudra Ekonomika*, 5(2), 152–160. <https://doi.org/10.33059/jse.v5i2.4273>
- Ajoje, O. I., Adegboyo, O. S., & Aliu, Y. M. (2022). The impact of monetary policy on private capital formation in Nigeria: Autoregressive Distributed Lag Approach. *Jurnal Perspektif Pembiayaan Dan Pembangunan Daerah*, 10(1), 13–22. <https://doi.org/10.22437/ppd.v10i1.16947>
- Aquilas, N. A., Mukong, A. K., Kimengsi, J. N., & Ngangnchi, F. H. (2022). Economic activities and deforestation in the Congo basin: An environmental kuznets curve framework analysis. *Environmental Challenges*, 8(February), 100553. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100553>
- Astana, S., Sinaga, B. M., Soedomo, S., & Simangunsong, B. C. H. (2012). EKSTERNAL EKONOMI TERHADAP LAJU DEFORESTASI DAN DEGRADASI HUTAN ALAM: STUDI KASUS DEFORESTASI UNTUK PERLUASAN AREAL TANAMAN PANGAN DAN PERKEBUNAN ALAM AREAL KONSESI (Macroeconomic Policy and Economic External Factor Impact on Natural Forest Degradation. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 1, 155–175.
- Austin, K. G., Schwantes, A., Gu, Y., & Kasibhatla, P. S. (2019). Environmental Reseach. *The Electrochemical Society*.
- Aydin, M., Cutcu, I., Cayir, B., & Magdalena, R. (2024). Investigating the role of biomass energy consumption and forest products trade on the forest footprint in Finland : an environmental Kuznets curve analysis *Environmental Kuznets Curve hypothesis*.
- Bashir, M. S., & Ibrahim, A. A. A. (2023). Determining factors in the influx of foreign direct investment to Sudan: Implementing Autoregressive Distributed Lag (ARDL). *Journal of Management, Economics, and Industrial Organization*, Bashir, M., 1–23. <https://doi.org/10.31039/jomeino.2023.7.2.1>
- Bildirici, M. E., Alexandre, R., Couto, G., & Yilmaz, S. (2023). Refugees , traditional energy consumption , environmental pollution , and deforestation : Fourier BARDL method. *Energy Strategy Reviews*, 48(December 2022), 101109. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101109>

- Brun, Chrille; Alex, Cook; Janice Ser, Huay, Wich; Lian Pin, Koh; Luis, C. (2015). Analysis of deforestation and protected area effectiveness in Indonesia: A comparison of Bayesian spatial models. *Global Environmental Change*, 31, 285–295. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.02.004>.
- SyaSy, M. (2025). *Tren deforestasi di Indonesia: mengungkap data deforestasi tahunan 2013-2022*.
- Destiariono, M. E. (2023a). Apakah Urbanisasi Cepat dan Pertumbuhan Ekonomi Menyebabkan Deforestasi ? Studi Empiris di Indonesia. *Jurnal Ilmu Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 23(2), 280–290.
- Destiariono, M. E. (2023b). Hubungan antara Perdagangan, Investasi, PDB, Korupsi, dan Deforestasi di Asia Tenggara: Menguji Hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC). *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 11(3), 310–326. <https://doi.org/10.14710/jwl.11.3.310-326>
- Farazilah, N. A. (2025). Economy and Environment, do They Always Have to Be Opposites?: Investigating The Environmental Kuznets Curve Theory in Indonesia Using an Econometrical Model (ARDL). *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 10(7), 8601–8615. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v10i7.60693>
- Georgescu, I., Kinnunen, J., & Nica, I. (2024). Assessing Forest Conservation for Finland: An ARDL-Based Evaluation. *Sustainability (Switzerland)*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/su16020612>
- Henrique, P., & Barros, B. De. (2025). The impacts of palm oil expansion on deforestation and economic activity in the eastern Amazon. *Ecological Economics*, 239(August 2024), 108739. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108739>
- Jamal, S. W., Suparno, S., Hadiyanti, S. U. E., Sadidah, D., & Dewi, M. (2024). The Bionomic Equilibrium Model for Balancing Forest Conservation and Economic Growth: Empirical Evidence from Indonesia. *BHUMI: Jurnal Agraria Dan Pertanahan*, 9(2), 126–140. <https://doi.org/10.31292/bhumi.v9i2.679>
- Johnson, O. B. D. R. (2019). *Macroeconomics*.
- Kumaran, V. V., Ridzuan, A. R., Senadjki, A., Kanaan, A. M. J., & Esquivias, M. A. (2024). The impacts of income inequality, forest area, and technology innovations on ecological footprint in Indonesia: ARDL and ML approach. *Discover Sustainability*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00585-9>
- Kurniawan, P. H., Dompok, T., & Tampubolon, R. P. (2019). Kedigdayaan Produk Domestik Bruto : Aspek Sejarah dan Popularitas di Masa Depan. *Dialektika Publik*.
- Levers, C., Romero-Muñoz, A., Baumann, M., De Marzo, T., Fernández, P. D., Gasparri, N. I., Gavier-Pizarro, G. I., Le Polain de Waroux, Y., Piquer-Rodríguez, M., Semper-Pascual, A., & Kuemmerle, T. (2021). Agricultural expansion and the ecological marginalization of forest-dependent people. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(44), 1–9. <https://doi.org/10.1073/pnas.2100436118>
- Levers, C., Romero-muñoz, A., Baumann, M., & Marzo, T. De. (2021). *Agricultural expansion and the ecological marginalization of forest-dependent people*. 1–9. <https://doi.org/10.1073/pnas.2100436118/-/DCSupplemental.Published>
- Ma, S., Wang, L. J., Jiang, J., & Zhao, Y. G. (2023). Direct and indirect effects of agricultural expansion and landscape fragmentation processes on natural habitats. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 353, 108555. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108555>
- Maksimilianus, G., Marianus, B., & Adelheid, L. (2025). HUBUNGAN KAUSALITAS ANTARA DEFORESTASI, PERTANIAN, DAN PERTUMBUHAN EKONOMI: STUDI EMPIRIS DI INDOENSIA. *JURNAL EKONOMI DAN ILMU SOSIAL*, 10(2), 360–375. <https://doi.org/https://doi.org/10.36636/dialektika.v10i2.7148>
- MALIK, A. R. F. (2024). *ANALISIS HUBUNGAN KAUSALITAS ANTARA KONSUMSI ENERGI, PERTUMBUHAN EKONOMI, DAN KERUSAKAN LINGKUNGAN: STUDI KASUS NEGARA OKI*.
- Ningtias, I. P., Rosyadi, J., Hadinata, W., Diprianti, A., Faizal, A., Wijaya, H., Perbendaharaan, D. J., & Keuangan, K. (2022). Analisis Data untuk Memprediksi Pagu Minus dan Membantu PPK dalam Pelaksanaan Pengujian Material. *Jurnal Manajemen Perbendaharaan*, 3(1), 37–56. <https://doi.org/10.33105/jmp.v3i1.422>
- Nkoro, E., & Uko, A. K. (2020). Autoregressive Distributed Lag (ARDL) cointegration technique: application and interpretation. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5(3), 63–91.

- Okafor, R., & Ekene, E. (2025). *Jurnal Ekonomi Akuntansi*, 3.
- Pendrill, F. (2022). *Supplementary Materials for Disentangling the numbers behind agriculture-driven tropical deforestation*. 9267. <https://doi.org/10.1126/science.abm9267>
- Ponce, P., & Del, C. (2021). *Forest Conservation and Renewable Energy Consumption : An ARDL Approach*.
- Ponziani, R. M. (2023). Inflation forecasting using autoregressive distributed lag (ARDL) models. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*, 24(2), 316–330. <https://doi.org/10.18196/jesp.v24i2.17620>
- Raihan, A., Begum, R. A., Nizam, M., Said, M., & Pereira, J. J. (2022). Dynamic impacts of energy use, agricultural land expansion, and deforestation on CO2 emissions in Malaysia. *Environmental and Ecological Statistics*, 29(3), 477–507. <https://doi.org/10.1007/s10651-022-00532-9>
- Rohmy, A. M., & Nihayaty, A. I. (2023). Green Economy Policies in the Digital Transformation of Forest Management in Indonesia. *Environmental Policy and Law*, 53(4), 289–302. <https://doi.org/10.3233/EPL-230026>
- Shahid, R., Shijie, L., Yifan, N., & Jian, G. (2022). Pathway to green growth: A panel-ARDL model of environmental upgrading, environmental regulations, and GVC participation for the Chinese manufacturing industry. *Frontiers in Environmental Science*, 10(August), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.972412>
- Sherin Alifah, & Amin Pujiati. (2025). Analisis Pengaruh GDP Per Kapita, Financial Development, Energy Use, dan Populasi Usia Produktif Terhadap Emisi CO2 Di Indonesia. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, 6(6), 2326–2346. <https://doi.org/10.47467/elmal.v6i6.8153>
- Slater, P., & Hasson, F. (2025). Quantitative Research Designs, Hierarchy of Evidence and Validity. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 32(3), 656–660. <https://doi.org/10.1111/jpm.13135>
- Sunaryo, R. P., & Tajib, E. (2025). Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia Menguji Keberadaan N-Shaped Environmental Kuznets Curve di Indonesia dengan Model ARDL Ridwan Pandu Sunaryo Menguji Keberadaan N-Shaped Environmental Kuznets Curve di Indonesia dengan Model ARDL Testing The Existen. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 25(2), 161–176. <https://doi.org/10.7454/jepi.v25i2.1643>
- Syahputra, A. M., Bakri, S., & Qurniati, R. (2022). Pengaruh Tutupan Hutan dan Lahan Terhadap Sektor Pertanian dalam Perekonomian Pendapatan Daerah: Studi Di Provinsi Lampung. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.32522/ujht.v6i1.6088>
- Tulungagung, D. S. (2023). *Harmonisasi Masyarakat Dan Pemerintah Untuk Mengatasi Deforestasi*. 2(2), 149–157.
- Wahyuni, H. (2021). *Dampak Deforestasi Hutan Skala Besar terhadap Pemanasan Global di Indonesia*. 6. <https://doi.org/10.14710/jiip.v6i1.10083>