

# ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI EMISI KARBON DIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) SEKTOR PERTANIAN DI INDONESIA

Nurhijjah Ade Putri<sup>1</sup>, Kasman Karimi<sup>2</sup>

Prodi Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Bung Hatta

Email : [nurhijjah043@gmail.com](mailto:nurhijjah043@gmail.com), [kasmankarimi@bunghatta.ac.id](mailto:kasmankarimi@bunghatta.ac.id)

## ABSTRAK :

*This study aims to analyze the factors that influence carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions in the agricultural sector in Indonesia. The agricultural sector plays an important role in the Indonesian economy but also contributes significantly to CO<sub>2</sub> emissions, which have an impact on global climate change. This study identifies and evaluates various factors that influence CO<sub>2</sub> emissions. The data used are secondary data, namely data on CO<sub>2</sub> emissions in the agricultural sector in Indonesia, the number of small industries, population, and forest area from 2017-2022. The data analysis method used is panel data regression analysis. The results of the study show that the number of industries on CO<sub>2</sub> emissions in the agricultural sector has a positive and significant effect in Indonesia. The population has a positive and significant effect on CO<sub>2</sub> emissions in the agricultural sector, while the area of forest has a positive and insignificant effect on CO<sub>2</sub> emissions in Indonesia.*

*Keywords: CO<sub>2</sub> emissions from the agricultural sector, Small Industry, Population, Forest Area*

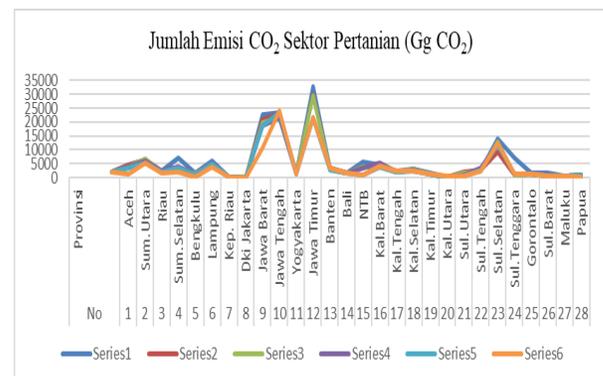
## PENDAHULUAN

Beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Lintangrino & Boedisantoso (2016); Akhadiarto & Rofiq (2017); dan Purnamasari dkk. (2019) telah melakukan perhitungan emisi GRK dari sektor pertanian, perkebunan dan peternakan di berbagai lokasi. Suwondo (2014) telah melakukan perhitungan emisi GRK pada sektor pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan lain di Provinsi Riau. Penelitian-penelitian tersebut tidak mengkaji nilai dari proses mana yang lebih besar menghasilkan emisi pada tiap sektor dan tidak menghitung secara spesifik

Cahyono (2011) melakukan penelitian untuk menyelidiki kasus pencemaran dioksida dari industri di beberapa wilayah Indonesia. Studi menemukan bahwa sektor industri masih menjadi sektor dengan emisi tertinggi dibandingkan sektor lainnya dan memiliki potensi besar untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan meratakan sektor dunia usaha. Dampak negatifnya adalah pencemaran

lingkungan akibat kegiatan yang dihasilkan. Menurut Putri (2015), perubahan fungsi lahan di mana Awalnya adalah daratan untuk kepentingan sektor pertanian tanah non-departemen Pertanian di Jawa Tengah, semakin meningkat 2000 hingga 2013 dan perkiraan akan terus meningkat pada tahun 2023. Transfer fungsi dari lahan pertanian sendiri adalah akibat perubahan struktur perekonomian (Harini, Yunus, & Hartono, 2012).

**Grafik 1. Emisi CO<sub>2</sub> Sektor Pertanian 2017-2022 (Ton)**



Terlihat pada gambar diatas, Indonesia, dengan satuannya adalah Giga (Gg CO<sub>2</sub>). Emisi CO<sub>2</sub> terendah di DKI Jakarta pada tahun 2017 yaitu 9,1 giga (Gg CO<sub>2</sub>). Dan yang tertinggi di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2017 yaitu 32.753,8 giga (Gg CO<sub>2</sub>). Pada data Kep.Riau data Emisi CO<sub>2</sub> mengalami penurunan di sebabkan oleh beberapa faktor perubahan metode pertanian, penerapan teknologi baru dan pengurangan defortasi, atau kebijakan pemerintah baru sumber ini di dukung pada web bps.go.id. Data pada Dki Jakarta juga mengalami penurunan di sebabkan faktor Jakarta mengalami urbanisasi yang pesat, yang dapat mengarah pada konversi lahan pertanian menjadi area pemukiman atau industri.

pertumbuhan industri berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat emisi CO<sub>2</sub>. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Lin (2017) yang meneliti pertumbuhan industri emisi CO<sub>2</sub> di Kota Shanghai. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa pertumbuhan industri seperti industri peralatan dan industri kimia menjadi industri dengan kebutuhan yang cukup tinggi. tingkat bahan bakar fosil, yang juga menyebabkan emisi CO<sub>2</sub> yang tinggi. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Ahmad (2015) yang menemukan bahwa pertumbuhan industri khususnya manufaktur mempunyai dampak positif dan signifikan terhadap pencemaran udara.

Hasil penelitian Salah satu faktor yang meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> adalah populasi penduduk. Menurut Lawal & Abubakar (2020) yang mengkaji dampak populasi penduduk terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Nigeria dengan menggunakan data sejak tahun 1975 hingga tahun 2016. Menyimpulkan bahwa populasi memiliki hubungan positif terhadap emsisi CO<sub>2</sub> di Nigeria. Menurut Rofiuddin et al (2019) dan Santi & Sasana (2020) yang mengungkapkan bahwa populasi penduduk berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan emisi CO<sub>2</sub>.

Luas Kawasan Hutan tidak berpengaruh terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian dalam jangka panjang relevan dengan kondisi Indonesia

yang sangat bertekad dalam mengupayakan pengurangan emisi dari sektor kehutanan dalam jangka panjang dengan beberapa langkah dan perencanaan. Berdasarkan laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan bahwa hasil perhitungan inventarisasi gas rumah kaca pada tahun 2017 mengalami penurunan 24,4% dari target 29% penurunan emisi dalam NDC pada tahun 2030. Fauzi (2017) dan Parajuli et al (2019).

Sebagai negara agraris, banyak penduduk Indonesia hidup dari hasil pertanian, sehingga di Indonesia sektor pertanian menjadi sektor yang berpengaruh dalam kesejahteraan masyarakat. Sektor pertanian ini terdiri dari beberapa bidang meliputi pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan dan perikanan (Soetrisno & Suwandri, 2016).

Indonesia merupakan salah satu negara yang mengeluarkan gas dalam ruangan karena jumlah ini paling besar. Menurut Was'an (2012), ekspansi industri skala besar fokus pada ekspansi ekonomi dan lapangan kerja. Seperti dilansir Panayiotou (1993) Dalam Hutabarat (2010) lingkungan akan mengalami degradasi (reduksi) Ketika struktur perekonomian beralih dari pertanian ke industri dan dari pedesaan ke perkotaan karena pertumbuhan sektor industri.

Salah satu faktor yang meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> adalah populasi penduduk. Menurut Lawal & Abubakar (2020) yang mengkaji dampak populasi penduduk terhadap emisi CO<sub>2</sub> di Nigeria dengan menggunakan data sejak tahun 1975 hingga tahun 2016. Menyimpulkan bahwa populasi memiliki hubungan positif terhadap emsisi CO<sub>2</sub> di Nigeria. Menurut Rofiuddin et al (2019) dan Santi & Sasana (2020) yang mengungkapkan bahwa populasi penduduk berperan positif peningkatan emisi CO<sub>2</sub>.

Selain menjadi negara dengan wilayah hutannya luas, Indonesia juga salah satunya negara dengan Jumlah Penduduk yang besar. Berdasarkan Worldometers Indonesia (2019) Indonesia Peringkat 4 nasional Negara terpadat di dunia. Memperkuat perekonomian kota-kota besar akan mengalami hal tersebut menyebabkan pertumbuhan Jumlah Penduduk kebanyakan dari

mereka berasal dari luar daerah berbagai tujuan. lonjakan populasi. Hal ini biasa disebut dengan urbanisasi.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Jenis Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersifat kuantitatif yaitu runtutan waktu periode 2017-2022. Dalam pengumpulan data penulis memperoleh data yang diperlukan dari berbagai sumber seperti Sign Smart, dan Badan Pusat Statistik (BPS Penelitian ini menggunakan metode data panel. Dalam penelitian ini meliputi 28 provinsi Indonesia. Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data Emisi CO<sub>2</sub> Sektor Pertanian, Jumlah Industri Kecil, Jumlah Penduduk dan Luas Kawasan Hutan

Model persamaan yang akan diestimasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \epsilon_{it} \dots$$

Pendekatan yang digunakan untuk menganalisis pengaruh antar variabel dalam penelitian ini berupa metode estimasi model regresi panel dengan lebih menekankan pada pendekatan model analisis panel data, maka pendekatan yang digunakan adalah Pendekatan Common Effect Model (CEM) atau Fixed Effect Model (FEM) atau Random Effect Model (REM).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

	Persamaan Regresi				
	$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \epsilon_{it}$				
	Coefficient	t-stat	P-value	R <sup>2</sup>	Prob. F-Stat
C	-11.48722	-1.362851	0.1752	0.966545	0.000000
X1	0.167084	3.485510	0.0007		
X2	0.305050	2.022761	0.0450		
X3	0.926482	1.606957	0.1104		

Sumber : Hasil olahan data, 2024

Berdasarkan hasil estimasi, dapat dilihat bahwa nilai koefisien determinasi (R-Squared) yang diperoleh sebesar 0,96, hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel Jumlah Industri Kecil, Jumlah Penduduk, dan Luas Kawasan Hutan, Dari hasil estimasi persamaan regresi pada tabel di atas diperoleh koefisien determinasi sebesar 0.966545. Hasil tersebut menunjukkan bahwa 96% kontribusi perubahan baik naik atau turunnya variabel Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian di Indonesia mampu di jelaskan oleh variabel Jumlah industri kecil, Jumlah Penduduk, dan Luas

Kawasan Hutan. Sedangkan sisanya hanya lah 4% di pengaruhi oleh variabel lain di luar model.

## Pembahasan Pengaruh Jumlah Industri Kecil Terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian di Indonesia.

Berdasarkan hasil persamaan tersebut, nilai Probabilitas t-Statistic sebesar 0,0007 pada variabel Jumlah industri kecil. Karena nilai probabilitas t-Statistic lebih kecil dari alpha 0,05 (0,0007 < 0,05), artinya Jumlah Industri Kecil berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat emisi CO<sub>2</sub> sektor Pertanian. Kemudian untuk nilai koefisien variabel Jumlah Industri Kecil yaitu sebesar 0.167084 mempunyai arah positif. Artinya setiap peningkatan 1% pada Jumlah Industri Kecil maka akan diikuti dengan meningkatnya tingkat emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian sebesar 0,167084% dan sebaliknya setiap penurunan 1% pada jumlah industri kecil akan diikuti dengan menurunnya tingkat emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0,167084%. Mempunyai arah positif sebesar 0.167084 terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian di Indonesia. hasil Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Karimi et.,al (2022) yang menyatakan bahwa jumlah industri kecil berpengaruh positif dan signifikan. Menurut Was'an (2012), Sektor industri merupakan salah satu penyumbang terbesar asap pabrik, karbon dioksida, dan emisi peralatan listrik. Indonesia merupakan salah satu dari banyak negara yang industrinya terus berkembang setiap tahunnya.

Pertumbuhan industri berdampak terhadap lingkungan, dampak Situasi yang terjadi antara lain pencemaran lingkungan di sekitar Pencemaran air bersih, pencemaran udara dan industri lainnya. Mencemari Pencemaran udara terjadi berasal dari aktivitas mesin-mesin produksi Sebuah pabrik yang membuang limbah asap melalui cerobong asap Perusahaan Selama produksinya, aktivitas pembakaran lebih banyak dilakukan.

## Pengaruh Jumlah Penduduk Terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian di Indonesia

Berdasarkan hasil persamaan tersebut, nilai Probabilitas t-Statistic sebesar 0,0450 pada variabel Jumlah Penduduk. Karena nilai probabilitas t-Statistic lebih kecil dari alpha 0,05 (0,0450 < 0,05), artinya Jumlah Penduduk berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat emisi CO<sub>2</sub> sektor Pertanian. Kemudian untuk nilai koefisien variabel Jumlah Penduduk yaitu sebesar 0.607767 mempunyai arah positif.

Artinya setiap peningkatan 1% pada Jumlah Penduduk maka akan diikuti dengan meningkatnya tingkat emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian sebesar 0.607767 % dan sebaliknya setiap penurunan 1% pada jumlah Penduduk akan diikuti dengan menurunnya tingkat emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0.607767. Berdasarkan hasil populasi yang lebih besar meningkatkan permintaan produk pertanian, meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> dari praktik pertanian semakin intensif. Pertumbuhan penduduk akan semakin mendorong perluasan lahan pertanian yang dapat meningkatkan emisi CO<sub>2</sub> dalam sektor pertanian. Penemuan ini sejalan dengan Rofiuddin et al (2019) dan Santi & Sasana (2020) yang mengungkapkan bahwa populasi penduduk berpengaruh positif terhadap peningkatan emisi CO<sub>2</sub>. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan pandangan Malthus bahwa semakin besar populasi penduduk akan meningkatkan konsumsi energi yang pada akhirnya mengakibatkan degradasi lingkungan.

### **Pengaruh Luas Kawasan Hutan Terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian di Indonesia**

Berdasarkan hasil persamaan tersebut, nilai Probabilitas t-Statistic sebesar 0.1104 pada variabel Luas Kawasan Hutan. Karena nilai probabilitas t-Statistic lebih besar dari alpha 0,05 ( $0,1104 > 0,05$ ), artinya Luas Kawasan Hutan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub> sektor Pertanian. Kemudian untuk nilai koefisien variabel Luas Kawasan Hutan yaitu sebesar 0.926482 mempunyai arah positif. Artinya setiap peningkatan 1% pada Luas Kawasan Hutan maka akan diikuti dengan meningkatnya tingkat emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian sebesar 0.926482 % dan sebaliknya setiap penurunan 1% pada jumlah Penduduk akan diikuti dengan menurunnya tingkat emisi CO<sub>2</sub> sebesar 0.926482. Berdasarkan hasil persamaan tersebut, Pengaruh luas kawasan hutan terhadap emisi CO<sub>2</sub> tidak signifikan karena emisi CO<sub>2</sub> di pengaruhi oleh beberapa faktor lain, seperti kerusakan hutan seperti penebangan liar, konversi lahan untuk pertanian, atau kebakaran yang menyebabkan tidak signifikannya. Hal ini juga sesuai dengan teori konsep hukum pengurangan marginal menyatakan bahwa setiap penambahan unit input (misalnya luas hutan) akan memberikan hasil tambahan yang semakin berkurang. Dalam konteks pertanian, ini berarti bahwa peningkatan luas hutan tidak selalu menghasilkan peningkatan pendapatan yang proporsional. Studi-studi telah menunjukkan

bahwa terdapat titik di mana penambahan hutan tidak memberikan yang signifikan lagi. Hal ini didukung oleh penelitian lulu kurniarahma Et Al (2018) , Fauzi (2017), dan Para Juli Et Al (2019) yang menyatakan Luas Kawasan Hutan berpengaruh negatif secara signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub> dalam jangka pendek, namun tidak berpengaruh signifikan, kebijakan dalam jangka Panjang.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil hipotesis pertama Jumlah industri kecil terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian nilai probabilitas sebesar 0.0007. Artinya diperoleh hasil  $< \alpha 0,05$ . menunjukkan bahwa Jumlah industri kecil memberikan dampak yang signifikan terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian di Indonesia. Hasil hipotesis yang kedua Jumlah Penduduk terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian nilai probabilitas sebesar 0.0450. Maka dapat diartikan hasil yang di peroleh  $< \alpha 0,05$ . menunjukkan bahwa Jumlah Penduduk memberikan dampak yang signifikan terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian di Indonesia. Hasil hipotesis yang ketiga Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian nilai probabilitasnya sebesar 0.1104. Maka dapat diartikan hasil ya  $> \alpha 0,05$ . menunjukkan bahwa Luas Kawasan Hutan tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap Emisi CO<sub>2</sub> sektor pertanian di Indonesia.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Akhirul, Witra Y, Umar I, Erianjoni. Dampak Negatif Pertumbuhan Penduduk terhadap Lingkungan dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*. 2020;1(3):76-84.
- Andarini A, Idris I, Ariusni A. Pengaruh Kegiatan Sektor Industri, Pertambangan dan Transportasi terhadap Kualitas Lingkungan ditinjau dari Emisi Co<sub>2</sub> di Indonesia *Ecosains : Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Pembangunan*. 2016;5(2):125. doi:10.24036/ecosains.11065257.00
- Akhirul, Witra Y, Umar I, Erianjoni. Dampak Negatif Pertumbuhan Penduduk terhadap Lingkungan dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*. 2020;1(3):76-84.

- Andarini A, Idris I, Ariusni A. Pengaruh Kegiatan Sektor Industri, Pertambangan dan Transportasi terhadap Kualitas Lingkungan ditinjau dari Emisi Co2 di Indonesia *Ecosains : Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Pembangunan*. 2016;5(2):125. doi:10.24036/ecosains.11065257.00
- Apriliana D. *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Emisi CO2 Di Indonesia Periode 1971-2018*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah; 2021.
- Ariani M, Setyanto P, Ardiansyah M. Biaya Pengurangan Marginal Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pertanian. *Jurnal Agro Ekonomi*. 2015;33(2):107. doi:10.21082/jae.v33n2.2015.107-120
- Basyiran TB. Konsumsi Energi Listrik, Pertumbuhan Ekonomi dan Penduduk terhadap Emisi Gas Rumah Kaca Pembangkit Listrik di Indonesia. *Jurnal Universitas Tuebingen*. 2016;2:1-54.
- Begum RA, Sohag K, Abdullah SMS, Jaafar M. CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic and Population Growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015;41:594-601. doi:10.1016/j.rser.2014.07.205
- Cahyo H, Purnomo SD, Octisari SK, Surveyandini M, Sundari S, Purwendah EK. Environment, Population, and Economy on CO2 Emission in Indonesia. *International Journal Energy Economics and Policy*. 2023;13(6):295-303. doi:10.32479/ijeep.14938
- Hela S, Ekawaty M. Pengaruh PDRB Sektor Industri, Transportasi dan Pertanian terhadap Emisi CO2 Di Provinsi Jawa Tengah. *Journal of Development Economic and Social Studies*. 2024;Vol. 3(2):522-536. <http://dx.doi.org/10.21776/jdess.2024.03.2.15>
- Jamaludin, Gusmayanti E, Anshari GZ. Emisi Karbon Dioksida (CO2) dari Pertanian Skala Kecil di Lahan Gambut. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 2020;18(3):582-588. doi:10.14710/jil.18.3.582-588
- Karimi K, Putri FZ, Hamdi M, Bakaruddin, Rahayu NI. Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Industri, Penanaman Modal Asing Dan Kemiskinan Terhadap Emisi Co2 Di Indonesia. *Jurnal Akuntansi dan Ekonomika*. 2022;12(2):221-228. doi:10.37859/jae.v12i2.4302
- Khusna VA, Kusumawardani D. Decomposition of Carbon Dioxide (CO2) Emissions in ASEAN Based on Kaya Identity. *Indonesian Journal of Energy*. 2021;4(2):101-114. doi:10.33116/ije.v4i2.122
- Kurniarahma L, Laut LT, Prasetyanto PK. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Emisi Co 2 Di Indonesia (Analysis of Factors Affecting CO2 Emissions in Indonesia). *DINAMIC : Directory Journal of Economic*. 2018;2(2):369-385. <http://jom.untidar.ac.id/index.php/dinamic/article/view/1429>
- Mahendra YI, Marselina, Wahyudi H, Ciptawati U. Pengaruh Populasi Penduduk, FDI dan Control of Corruption terhadap Emisi CO2 di 9 Negara ASEAN. *Jurnal Multidisiplin Madani*. 2022;2(10):3741-3753. doi:10.55927/mudima.v2i10.1462
- Mitic P, Kostic A, Petrovic E, Cvetanovic S. The Relationship Between CO2 Emissions, Industry, Services and Gross Fixed Capital Formation in the Balkan Countries. *Engineering Economic*. 2020;31(4):425-436. doi:10.5755/j01.ee.31.4.24833
- Perwithosuci W, Mafruhah I, Gravitiani E. The Effect of Population, GDP, Oil Consumption, and FDI on CO2 Emissions in ASEAN 5 Developing Countries. *International Journal of Economics, Business and Management Research*. 2020;4(06):211-220. [www.ijebmr.com](http://www.ijebmr.com)
- Ramadhani P, Venusita L. Tipe Industri dan Kualitas Pengungkapan Emisi Karbon di Indonesia (Studi Empiris pada Perusahaan Partisipan Sustainability Report Award 2015-2017). *AKUNESA: Jurnal Akuntansi Unesa*. 2020;8(3): 1-8. <http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jurnal-akuntansi/>
- Retnowaty SF, Saputri O, - E, - W. Analisa Laju

- Pertumbuhan Emisi Co2 Kota Pekanbaru Dengan Menggunakan Powersim. *Photon Jurnal Sain dan Kesehatan*. 2018;4(2):59-66. doi:10.37859/jp.v4i2.182
- Santi R, Sasana H. Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk, Foreign Direct Investment (FDI), Energy Use/Consumption dan Krisis Ekonomi terhadap Kualitas Lingkungan ditinjau dari Tingkat Carbon Footprint di Asean 8. *Diponegoro Jurnal Economic*. 2021;10(2):343-354.  
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jme/article/view/31595>
- Sasmita A, Isnaini I, Zuzika R. Estimasi Gas Rumah Kaca dari Sektor Pertanian, Perkebunan, dan Peternakan di Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 2021;8(1):42-53.  
doi:10.21776/ub.jsal.2021.008.01.5
- Untajana S, Oszaer R, Latupapua YT. Analisis Kebutuhan Kawasan Hutan Kota Berdasarkan Emisi Karbon Dioksida di Kota Piru, Seram Bagian Barat. *Jurnal Hutan-Hutan Kecil* 2019;3(2):114-126.  
doi:10.30598/jhppk.2019.3.2.114
- Waheed R, Chang D, Sarwar S, Chen W. Forest, Agriculture, Renewable Energy, and CO2 Emission. *Journal of Cleaner Production*. 2018;172.
- Yunita R, Gunarto T, Marselina M, Yuliawan D. The Influence of GDP per Capita, Income Inequality, and Population on CO2 Emission (Environmental Kuznet Curve Analysis in Indonesia). *International Journal Social Science Education and Communication Economics (SINOMICS JOURNAL)*. 2023;2(2):217-230.  
doi:10.54443/sj.v2i2.130
- IPCC. 2014. AR5 Synthesis Report: *Climate Change 2014*. Diunduh 12 Desember 2019, dari <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr>
- Aye, G. C., & Edoja, P. E. (2017). Effect of economic growth on CO2 emission in developing countries: Evidence from a dynamic panel threshold model. *Cogent Economics and Finance*, 5(1).  
<https://doi.org/10.1080/23322039.2017.1379239>
- Hutabarat, L. (2010). Pengaruh PDB Sektor Industri terhadap Kualitas Lingkungan Ditinjau dari Emisi Sulfur dan CO2 di Lima Negara Anggota ASEAN Periode 1980-2000. Skripsi: Universitas Diponegoro.
- Was'an, G. H. (2012). Dampak Pertumbuhan Ekonomi di Sektor Pertanian dan Industri Terhadap Degradasi Lingkungan. Bogor : *Institute Pertanian Bogor*
- Cahyo, H., Purnomo, S. D., Octisari, S. K., Surveyandini, M., Sundari, S., & Purwendah, E. K. (2023). Environment, Population, and Economy on CO2 Emission in Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(6), 295–303.  
<https://doi.org/10.32479/ijeep.14938>
- Bashir, A., Susetyo, D., Suhel, S., & Azwardi, A. (2021). Relationships between Urbanization, Economic Growth, Energy Consumption, and CO2 Emissions: Empirical Evidence from Indonesia. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(3), 79–90.  
<https://doi.org/10.13106/jafeb.2021.vol8.no3.0079>
- Andarini, A., Idris, I., & Ariusni, A. (2016). Pengaruh Kegiatan Sektor Industri, Pertambangan Dan Transportasi Terhadap Kualitas Lingkungan Ditinjau Dari Emisi Co2 Di Indonesia. *Ecosains: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Pembangunan*, 5(2), 125.  
<https://doi.org/10.24036/ecosains.11065257.00>
- Fauzi, Ridwan. 2017. Pengaruh Konsumsi Energi, Luas Kawasan Hutan dan Pertumbuhan Ekonomi terhadap Emisi CO di 6 (Enam) Negara Anggota ASEAN : Pendekatan Analisis Data Panel. *Ecolab*. Vol.11 (1) : 1-52
- Zhang, L., Pang, J., Chen, X., & Lu, Z. (2019). Carbon emissions, energy consumption and economic growth Evidence from the agricultural sector of China's main grain-producing areas. *Science of the Total Environment*, 665, 1017–1025.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.162>

Akhadiarto, S. & Rofiq, M. N. (2017). Estimasi emisi gas metana dari fermentasi enterik ternak ruminansia menggunakan metode Tier-1 di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*,18(1), 1-8.

Winarno, W. W. (2014). Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Menggunakan Eviews(Cetakan 5). UPP STIM YKP