

PENGARUH EMISI GAS RUMAH KACA: STUDI KASUS SEKTOR ENERGI, PUPUK, DAN KEBAKARAN HUTAN DI SUMATERA UTARA(RIBUAN TON CO₂e), 2000-2023

Oleh:

Laurent Damai Yanti Silaban¹

Joko Suharianto²

Universitas Negeri Medan

Alamat: Jl. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara (20221).

Korespondensi Penulis: silabanlaurentdamaiyanti@gmail.com, djoko@unimed.ac.id.

Abstract. *The issues of global warming and the increase in greenhouse gas (GHG) emissions have become significant concerns in the context of global climate change. This study aims to analyze the contributions of the energy, fertilizer, and forest fire sectors to GHG emissions in North Sumatra over the period from 2000 to 2023. The methodology employed in this research involves multiple regression analysis utilizing secondary data obtained from the Central Statistics Agency and the Ministry of Environment and Forestry. The results indicate that these three sectors have a significant impact on GHG emissions, with the regression model yielding an R-squared value of 93.38%. These findings suggest that the increase in activity within the energy sector, along with fertilizer usage and forest fire incidents, substantially contributes to GHG emissions. Therefore, this study recommends the implementation of more effective mitigation policies, including sustainable management of energy and fertilizer resources, as well as the control of forest fires, to achieve sustainable development goals and mitigate the negative impacts of climate change. to achieve sustainable development goals and effectively reduce the increasingly urgent negative impacts of climate change.*

Keywords: *Greenhouse Gas Emissions, Energy Sector, Fertilizer, Forest Fires, North Sumatra.*

PENGARUH EMISI GAS RUMAH KACA: STUDI KASUS SEKTOR ENERGI, PUPUK, DAN KEBAKARAN HUTAN DI SUMATERA UTARA(RIBUAN TON CO₂e), 2000-2023

Abstrak. Isu pemanasan global dan peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) telah menjadi perhatian utama yang memengaruhi perubahan iklim secara global. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi sektor energi, pupuk, dan kebakaran hutan terhadap emisi GRK di Sumatera Utara selama periode 2000-2023. Metodologi yang diterapkan adalah analisis regresi berganda menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik dan Kementerian Lingkungan Hidup. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga sektor ini memiliki pengaruh signifikan terhadap emisi GRK, dengan model regresi yang menunjukkan nilai R-squared sebesar 93,38%. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan aktivitas di sektor energi dan penggunaan pupuk, serta kejadian kebakaran hutan, berkontribusi besar terhadap emisi GRK. Penelitian ini merekomendasikan perlunya penerapan kebijakan mitigasi yang lebih efektif, termasuk pengelolaan sumber daya energi dan pupuk yang berkelanjutan, serta pengendalian kebakaran hutan, guna mencapai tujuan pembangunan yang berkelanjutan dan mengurangi dampak negatif perubahan iklim. untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan dan secara efektif mengurangi dampak negatif perubahan iklim yang semakin mendesak.

Kata Kunci: Emisi Gas Rumah Kaca, Sektor Energi, Pupuk, Kebakaran Hutan, Sumatera Utara.

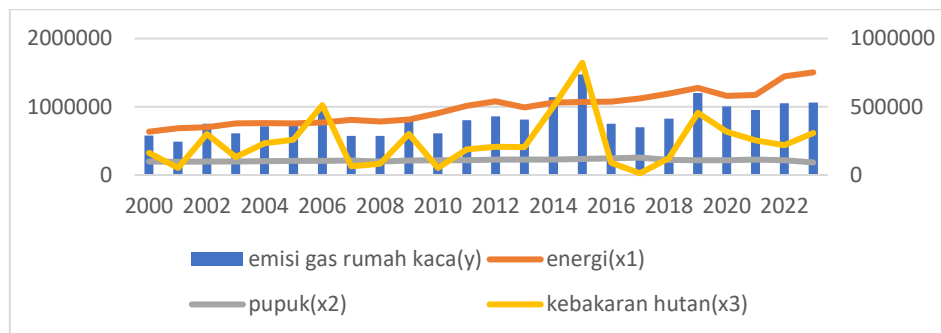
LATAR BELAKANG

Pemanasan global telah menjadi isu krusial di berbagai negara saat ini. Peningkatan suhu global menyebabkan perubahan iklim yang signifikan. Salah satu dampak dari perubahan iklim tersebut adalah mencairnya gletser di daerah kutub, yang berpotensi menyebabkan pengungsian penduduk di Siberia. Pemanasan ini dipicu oleh peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer dekat permukaan bumi. GRK terdiri dari beberapa komponen, termasuk karbon dioksida (CO₂), nitro oksida (N₂O), metana (CH₄), dan elemen lainnya (Samidjo dan Suharso, 2017). Karbon dioksida, sebagai salah satu komponen GRK, dihasilkan dari pemanfaatan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas bumi. Penggunaan bahan bakar fosil ini berkaitan erat dengan proses industrialisasi dan transportasi. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa aktivitas perusahaan berkontribusi terhadap peningkatan emisi GRK. Menurut Samidjo

dan Suharso (2017), dua pertiga dari emisi GRK di Indonesia berasal dari sektor industri, energi untuk listrik, dan transportasi.

Emisi Gas Rumah kaca Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) merupakan pelepasan gas-gas yang mampu menahan panas di atmosfer bumi, sehingga menyebabkan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim Gas-gas tersebut meliputi karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), hidrofluorokarbon (HFCs), perfluorokarbon (PFCs), dan sulfur heksafluorida (SF_6) (IPCC, 2007). Emisi gas rumah kaca diukur dalam satuan ekuivalen karbon dioksida (CO_2e).

Gambar 1. Perkembangan Pengaruh Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca Terhadap Sektor Energi, Pupuk, Dan Juga Kebakaran Hutan



sumber: BPS SUMUT (2000-2023)

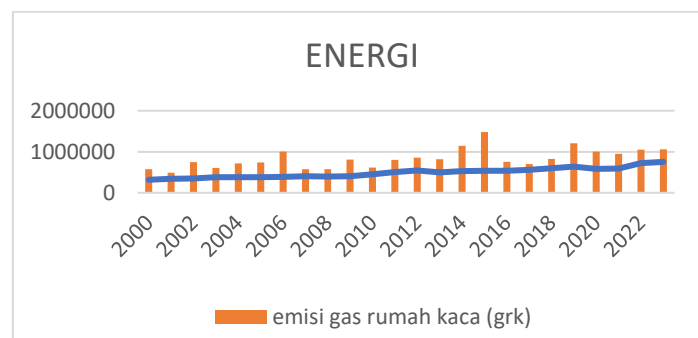
Berdasarkan gambar 1 diatas, ditengah emisi. Berdasarkan data yang dirilis oleh Data BPS Sumatra Utara ditampilkan dalam Gambar 1 total emisi GRK dari berbagai sektor menunjukkan kecenderungan meningkat, meskipun terdapat fluktuasi pada sektor-sektor tertentu. Tren ini mencerminkan belum optimalnya penerapan prinsip pembangunan rendah karbon di Indonesia khususnya Sumatera Utara.

Sektor energi menjadi kontributor utama dalam peningkatan emisi GRK Gambar 1 menunjukkan bahwa emisi dari sektor energi cenderung stabil namun tinggi, dengan tren naik secara perlahan dari tahun 2000 hingga 2023, hal ini mengindikasikan pertumbuhan konsumsi energi yang tidak diimbangi oleh transisi ke energi terbarukan. Sektor pupuk juga memberikan sumbangan yang signifikan terhadap emisi GRK, terutama melalui pelepasan gas metana (CH_4) dari aktivitas sawah tergenang serta dinitrogen oksida (N_2O) dari penggunaan pupuk nitrogen. Meskipun kontribusinya tidak sebesar sektor energi.

PENGARUH EMISI GAS RUMAH KACA: STUDI KASUS SEKTOR ENERGI, PUPUK, DAN KEBAKARAN HUTAN DI SUMATERA UTARA(RIBUAN TON CO₂e), 2000-2023

Pemerintah mendorong pembangunan dan industrialisasi untuk mendorong ekonomi nasional, namun jika tidak disertai dengan kebijakan mitigasi yang efektif, maka peningkatan aktivitas ekonomi akan memperparah kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis dan memahami secara mendalam kontribusi masing-masing sektor terhadap total emisi GRK dan merancang strategi pengurangannya secara sektoral. Berikut grafik masing-masing sektor dengan emisi gas rumah kaca:

Gambar 2. Perkembangan Pengaruh Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca Terhadap Sektor Energi



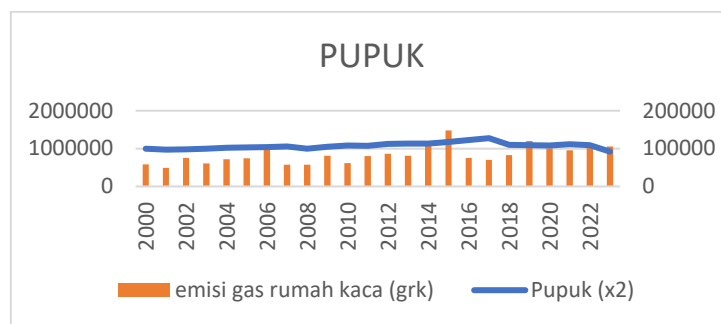
sumber: BPS SUMUT (2000-2023)

Peningkatan aktivitas di sektor energi cenderung akan diikuti dengan peningkatan emisi gas rumah kaca karena sektor ini merupakan pengguna utama bahan bakar fosil yang menghasilkan CO₂. Namun, jika dilihat dari data dalam Gambar 2, terdapat kesenjangan antara tren perkembangan sektor energi dengan tren emisi gas rumah kaca. Pada grafik Gambar 1.2 terlihat bahwa emisi dari sektor energi mengalami peningkatan yang cukup stabil dari tahun 2000 hingga 2023, meskipun sempat terjadi fluktuasi ringan pada tahun 2012–2014.

Namun, kesenjangan mulai terlihat jelas pada grafik, di mana meskipun kontribusi sektor energi (biru) cenderung stabil atau meningkat perlahan, emisi gas rumah kaca (merah) menunjukkan lonjakan tajam pada tahun-tahun tertentu, seperti tahun 2015 dan 2019. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan emisi gas rumah kaca tidak selalu berjalan seiring atau proporsional dengan peningkatan data sektor energi. Misalnya, pada tahun 2019, meskipun peningkatan sektor energi relatif moderat, lonjakan emisi gas rumah kaca sangat tinggi.

Kesenjangan ini mengindikasikan bahwa terdapat faktor-faktor lain di luar volume aktivitas sektor energi yang turut memengaruhi emisi gas rumah kaca, seperti efisiensi teknologi energi, pergeseran jenis lainnya. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut untuk menjelaskan hubungan yang lebih akurat antara sektor energi dengan emisi gas rumah kaca, terutama dalam konteks perkembangan teknologi dan kebijakan energi di Indonesia.

Gambar 3. Perkembangan Pengaruh Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca Terhadap Sektor Pupuk



sumber: BPS SUMUT (2000-2023)

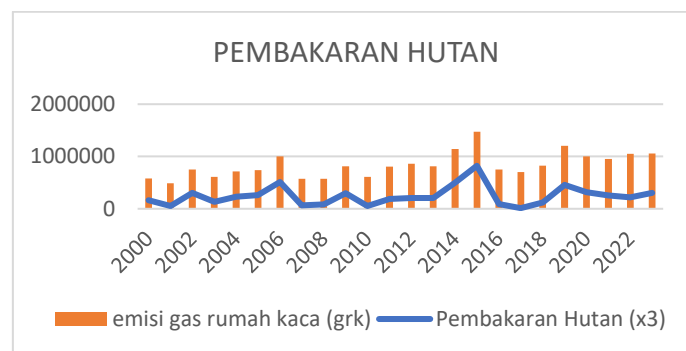
Selain sektor energi faktor lain yang mempengaruhi terjadinya penyerapan emisGas rumah kaca adalah Pemupukan. Pemupukan merupakan kegiatan dalam pertanian untuk menunjang nutrisi pertumbuhan dari tanaman. Di lain sisi, praktek pemupukan juga menghasilkan emisi gas rumah kaca yang menjadi penyumbang efek perubahan iklim (Sinatrya dkk., 2024). Berdasarkan Gambar 3 terlihat dengan nilai emisi berkisar antara 95.000 hingga 160.000 ribu ton CO₂e Kecenderungan ini menunjukkan bahwa kontribusi sektor pemupukan terhadap emisi gas rumah kaca bersifat konsisten dan signifikan

Namun, apabila diperhatikan secara lebih mendalam, terdapat kesenjangan antara tren perkembangan sektor pertanian dengan tingkat emisi gas rumah kaca yang ditimbulkan Misalnya, pada tahun 2016 terjadi lonjakan emisi gas rumah kaca yang cukup tajam dibandingkan tahun sebelumnya, sementara data sektor pertanian tidak menunjukkan kenaikan yang sebanding Bahkan, pada tahun 2018–2019, meskipun sektor pertanian mengalami penurunan atau stagnasi, emisi gas rumah kaca justru tetap berada pada angka yang relatif tinggi

PENGARUH EMISI GAS RUMAH KACA: STUDI KASUS SEKTOR ENERGI, PUPUK, DAN KEBAKARAN HUTAN DI SUMATERA UTARA(RIBUAN TON CO₂e), 2000-2023

Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan emisi tidak selalu berbanding lurus dengan pertumbuhan aktivitas sektor pemupukan itu sendiri hal ini dapat disebabkan oleh faktor lain seperti intensifikasi lahan, penggunaan pupuk kimia secara masif, atau praktik pembakaran lahan yang masih dilakukan di beberapa wilayah Dengan demikian, perlu kajian lebih lanjut mengenai faktor-faktor spesifik dalam pemupukan yang berkontribusi besar terhadap emisi, serta efektivitas kebijakan pengendalian emisi di sektor ini

Gambar 4. Perkembangan Pengaruh Jumlah Emisi Gas Rumah Kaca Terhadap Sektor Kebakaran Hutan



sumber: BPS SUMUT (2000-2023)

Faktor lain yang mempengaruhi peningkatan emisi gas rumah kaca (Y) adalah pembakaran hutan (X3) Sektor pembakaran hutan merupakan aktivitas pembakaran yang dilakukan pada kawasan hutan atau lahan yang secara langsung maupun tidak langsung berdampak pada lingkungan, terutama dalam pelepasan emisi gas rumah kaca. William Lau, ilmuwan atmosfer dari *NASA Goddard Space Flight Center*, menyatakan bahwa pembakaran hutan tidak hanya mengurangi jumlah hutan yang berfungsi sebagai penyerap karbon dioksida, tetapi juga menghasilkan emisi gas rumah kaca secara signifikan, seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (NO_x), yang berdampak langsung pada perubahan iklim global.

Naiknya angka kejadian kebakaran hutan tersebut memberikan kontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca. Hal ini terlihat dari pola data dalam Gambar 4 yang menunjukkan bahwa setiap lonjakan angka kebakaran hutan cenderung diikuti oleh kenaikan emisi gas rumah kaca Misalnya, pada tahun 2015 terjadi lonjakan signifikan dalam kejadian kebakaran hutan, yang diikuti dengan peningkatan drastis emisi

gas rumah kaca pada tahun yang sama Pola serupa juga terlihat pada tahun 2006 dan 2019, di mana peningkatan angka kebakaran hutan tampak selaras dengan naiknya angka emisi namun, tidak semua penurunan angka kebakaran diikuti dengan penurunan emisi gas rumah kaca, seperti yang terlihat pada tahun 2017—ketika kejadian kebakaran menurun dibanding tahun sebelumnya, tetapi emisi gas rumah kaca tetap mengalami kenaikan Kondisi ini mengindikasikan bahwa hubungan antara sektor kebakaran hutan dan emisi gas rumah kaca tidak selalu linier, dan bisa dipengaruhi oleh faktor lain seperti luas lahan yang terbakar, intensitas kebakaran, atau jenis vegetasi yang terbakar Oleh karena itu, hubungan antara sektor pembakaran hutan terhadap emisi gas rumah kaca menjadi penting untuk ditelaah lebih lanjut.

KAJIAN TEORITIS

Emisi gas rumah kaca (GRK) merupakan faktor signifikan yang berkontribusi pada perubahan iklim global. Teori ini menjelaskan bagaimana peningkatan konsentrasi gas-gas seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrogen oksida (N₂O) dalam atmosfer dapat menyebabkan efek rumah kaca, yang berdampak pada pemanasan global. Berdasarkan laporan IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021), sektor energi, pertanian (termasuk penggunaan pupuk), dan kebakaran hutan merupakan tiga sumber utama emisi GRK.

1. Sektor Energi

Sektor energi, yang sebagian besar bergantung pada bahan bakar fosil, merupakan penyumbang terbesar emisi CO₂. Proses pembakaran batu bara, minyak, dan gas alam untuk pembangkit listrik dan pemanasan menghasilkan emisi GRK yang signifikan. Penelitian oleh IEA (2022) menunjukkan bahwa transisi menuju sumber energi terbarukan dapat secara substansial mengurangi emisi ini.

2. Sektor Pupuk

Penggunaan pupuk nitrogen dalam sektor pertanian juga berkontribusi terhadap emisi GRK, khususnya dalam bentuk N₂O. Penelitian yang dilakukan oleh Smith et al. (2020) mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk secara berlebihan dapat meningkatkan emisi gas ini, yang memiliki potensi pemanasan global 298 kali lebih besar dibandingkan CO₂ dalam

PENGARUH EMISI GAS RUMAH KACA: STUDI KASUS SEKTOR ENERGI, PUPUK, DAN KEBAKARAN HUTAN DI SUMATERA UTARA(RIBUAN TON CO₂e), 2000-2023

periode seratus tahun. Oleh karena itu, efisiensi dalam penggunaan pupuk menjadi kunci dalam mengurangi emisi GRK di sektor ini.

3. Kebakaran Hutan

Kebakaran hutan, yang sering terjadi di Sumatera Utara, merupakan sumber emisi CO₂ yang signifikan. Kebakaran ini tidak hanya merusak ekosistem tetapi juga melepaskan karbon yang terakumulasi dalam biomassa dan tanah. Penelitian oleh Houghton (2021) menunjukkan bahwa kebakaran hutan di Asia Tenggara menyumbang sekitar 20% dari total emisi global CO₂, terutama selama periode El Niño.

METODE PENELITIAN

Menggunakan metode kualitatif pengumpulan data, analisis dilaksanakan dengan menggunakan perangkat lunak EViews. Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi emisi GRK dari sektor energi (EN), emisi GRK dari penggunaan pupuk (PK), dan emisi GRK akibat kebakaran hutan (KH). Pengukuran variabel dilakukan dengan menerapkan transformasi logaritma guna mengatasi masalah distribusi data yang tidak memenuhi asumsi normalitas.

Teknik analisis data yang digunakan mencakup uji multikolinearitas, di mana *Variance Inflation Factor* (VIF) dihitung untuk memastikan bahwa tidak terdapat masalah multikolinearitas di antara variabel independen. Selain itu, uji heteroskedastisitas dilakukan untuk mengevaluasi adanya variabilitas yang tidak konsisten dalam residual model. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai hubungan antar sektor dan kontribusinya terhadap emisi GRK.

Pertimbangan etika juga diintegrasikan dalam penelitian ini, dengan memastikan bahwa semua data yang digunakan adalah data publik yang tidak melanggar hak cipta atau privasi individu. Melalui pendekatan ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang kontribusi masing-masing sektor terhadap emisi GRK dan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi emisi tersebut di Sumatera Utara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dependent Variable: LOG(EMISI)

Method: Least Squares

Date: 05/26/25 Time: 11:53

Sample: 2000 2023

Included observations: 24

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-6.854372	2.585784	-2.650790	0.0153
LOG(ENERGI)	0.518180	0.074627	6.943557	0.0000
LOG(PUPUK)	0.958175	0.245535	3.902389	0.0009
LOG(KEBAKARAN_HUTAN)	0.213923	0.018108	11.81396	0.0000
R-squared	0.933824	Mean dependent var	13.60180	

Sumber : Data diolah (2025)

Hasil analisis regresi yang diterapkan melalui metode Least Squares menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara emisi gas rumah kaca (GRK) dan tiga variabel independen, yaitu energi, pupuk, dan kebakaran hutan. Model regresi yang dihasilkan memiliki nilai R-squared sebesar 0.9338, yang mengindikasikan bahwa 93.38% variasi dalam emisi GRK dapat dijelaskan oleh ketiga variabel tersebut. Nilai Adjusted R-squared yang mencapai 0.9239 menegaskan daya prediksi model regresi ini tetap kuat setelah mempertimbangkan jumlah variabel yang digunakan.

Koefisien untuk variabel **LOG(ENERGI)** tercatat sebesar 0.5182, dengan t-statistic sebesar 6.9436 dan p-value 0.0000. Temuan ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan 1% dalam konsumsi energi akan berkontribusi pada peningkatan emisi GRK sebesar 0.5182%. Hal ini mengindikasikan bahwa sektor energi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap emisi GRK.

Selanjutnya, variabel **LOG(PUPUK)** menunjukkan koefisien sebesar 0.9582, dengan t-statistic sebesar 3.9024 dan p-value 0.0009. Ini mengindikasikan bahwa peningkatan penggunaan pupuk sebesar 1% akan meningkatkan emisi GRK sebesar 0.9582%. Temuan ini menekankan pentingnya pengelolaan penggunaan pupuk dalam sektor pertanian untuk mengurangi emisi GRK.

PENGARUH EMISI GAS RUMAH KACA: STUDI KASUS SEKTOR ENERGI, PUPUK, DAN KEBAKARAN HUTAN DI SUMATERA UTARA(RIBUAN TON CO₂e), 2000-2023

Variabel **LOG(KEBAKARAN_HUTAN)** memiliki koefisien sebesar 0.2139, t-statistic 11.8140, dan p-value 0.0000. Hal ini menunjukkan bahwa kebakaran hutan memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi GRK, di mana setiap peningkatan 1% dalam kejadian kebakaran hutan terkait dengan peningkatan emisi GRK sebesar 0.2139%.

Temuan ini sejalan dengan literatur yang mengindikasikan bahwa kebakaran lahan dan hutan merupakan salah satu sumber utama emisi GRK di Indonesia. Uji F menunjukkan nilai F-statistic sebesar 94.0751 dengan p-value 0.0000, yang mengkonfirmasi bahwa model regresi secara keseluruhan signifikan, artinya setidaknya satu dari variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen.

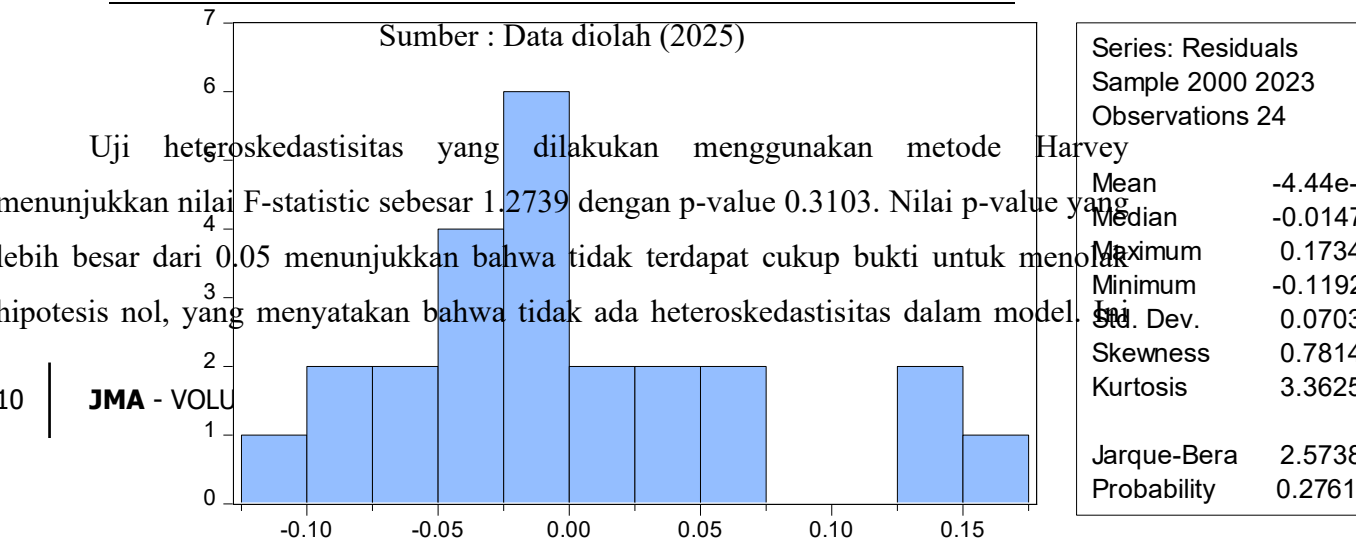
Dengan demikian, hasil analisis ini menunjukkan bahwa sektor energi, penggunaan pupuk, dan kejadian kebakaran hutan memiliki peran penting dalam menentukan tingkat emisi GRK di Sumatera Utara. Penelitian ini merekomendasikan perlunya kebijakan mitigasi yang lebih efektif dalam pengelolaan sumber daya energi dan pupuk, serta pengendalian kebakaran hutan untuk mengurangi dampak emisi GRK di wilayah Sumatera Utara.

Analisis asumsi klasik dalam regresi berganda dilakukan untuk memastikan bahwa model yang digunakan dalam penelitian mengenai emisi gas rumah kaca (GRK) di Sumatera Utara memenuhi kriteria statistik yang diperlukan. Terdapat beberapa uji yang dilakukan, yaitu uji heteroskedastisitas, uji serial korelasi, dan uji multikolinearitas.

Uji Heteroskedastisitas

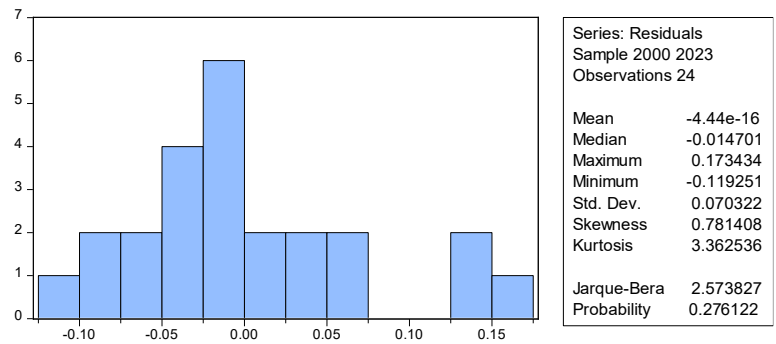
Heteroskedasticity Test: **Harvey**

F-statistic	1.273907	Prob. F(3,20)	0.3103
Obs*R-squared	3.850322	Prob. Chi-Square(3)	0.2781
Scaled explained SS	2.916655	Prob. Chi-Square(3)	0.4047



menunjukkan bahwa varians residual emisi GRK tidak tergantung pada nilai prediktor, seperti energi, pupuk, dan kebakaran hutan. Konsistensi ini penting untuk memastikan bahwa model regresi dapat diandalkan dalam memprediksi emisi GRK.

Uji Normalitas



Sumber : Data diolah (2025)

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan apakah residual dari model regresi mengikuti distribusi normal. Dalam hal ini, digunakan uji Jarque-Bera, yang menghasilkan nilai probabilitas (p-value) sebesar 0.276122. Karena p-value tersebut lebih besar dari 0.05, tidak ada cukup bukti untuk menolak hipotesis nol yang menyatakan bahwa residual berdistribusi normal. Ini menunjukkan bahwa residual dari model regresi mengikuti distribusi normal, yang penting untuk validitas inferensi statistik. Memastikan bahwa residual berdistribusi normal penggunaan uji t dan uji F yang tepat, serta mendukung estimasi koefisien regresi yang tidak bias. Dengan demikian, hasil uji normalitas ini menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan dapat dianggap valid dan dapat diandalkan untuk analisis lebih lanjut.

Uji Autokorelasi

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.027982	Prob. F(2,18)	0.3778
Obs*R-squared	2.460273	Prob. Chi-Square(2)	0.2923

Sumber : Data diolah (2025)

PENGARUH EMISI GAS RUMAH KACA: STUDI KASUS SEKTOR ENERGI, PUPUK, DAN KEBAKARAN HUTAN DI SUMATERA UTARA(RIBUAN TON CO₂e), 2000-2023

Uji Breusch-Godfrey untuk serial korelasi menghasilkan F-statistic sebesar 1.0279 dengan p-value 0.3778. Nilai p-value yang lebih besar dari 0.05 menunjukkan bahwa tidak ada bukti yang cukup untuk menolak hipotesis nol, yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat serial korelasi dalam residual model. Hal ini berarti bahwa kesalahan pengukuran pada satu observasi tidak berkorelasi dengan kesalahan pada observasi lainnya, yang merupakan syarat penting untuk validitas model regresi. Keberadaan independensi residual ini memastikan bahwa model dapat memberikan estimasi yang akurat mengenai pengaruh sektor energi, pupuk, dan kebakaran hutan terhadap emisi GRK.

Uji Multikolinearitas

Variance Inflation Factors

Date: 05/26/25 Time: 11:56

Sample: 2000 2023

Included observations: 24

Variable	Coefficient	Uncentered	Centered
	Variance	VIF	VIF
C	6.686280	28217.13	NA
LOG(ENERGI)	0.005569	4019.211	1.330368
LOG(PUPUK)	0.060288	34121.29	1.352476
LOG(KEBAKARAN_HUTAN)	0.000328	203.1719	1.128446

Sumber : Data diolah (2025)

Analisis multikolinearitas dilakukan dengan memeriksa *Variance Inflation Factor* (VIF) untuk masing-masing variabel. Nilai VIF yang melebihi 10 menunjukkan adanya potensi masalah multikolinearitas. Namun, hasil analisis menunjukkan bahwa semua nilai VIF untuk variabel LOG(ENERGI), LOG(PUPUK), dan LOG(KEBAKARAN_HUTAN) berada di bawah ambang batas tersebut, yang menunjukkan bahwa tidak ada masalah multikolinearitas yang signifikan. Dengan

demikian, ketiga variabel independen ini tidak saling berkorelasi secara kuat, sehingga masing-masing dapat memberikan kontribusi yang jelas terhadap model.

Berdasarkan hasil uji asumsi klasik yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model regresi berganda yang digunakan dalam penelitian ini mengenai emisi gas rumah kaca di Sumatera Utara memenuhi semua asumsi yang diperlukan. Tidak terdapat heteroskedastisitas, tidak ada serial korelasi, dan tidak ada multikolinearitas yang signifikan. Dengan demikian, model regresi ini aman untuk digunakan dalam analisis lebih lanjut dan dapat memberikan hasil yang valid mengenai hubungan antara variabel-variabel independen dan emisi gas rumah kaca.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi bahwa sektor energi, penggunaan pupuk, dan kejadian kebakaran hutan secara signifikan berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca (GRK) di Sumatera Utara selama periode 2000-2023. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa peningkatan konsumsi energi dan penggunaan pupuk berdampak langsung pada peningkatan emisi GRK, sedangkan kebakaran hutan juga merupakan faktor penting dalam pelepasan karbon ke atmosfer. Dengan nilai R-squared sebesar 93,38%, model ini mampu menjelaskan sebagian besar variasi dalam emisi GRK, menegaskan perlunya perhatian serius terhadap ketiga sektor ini dalam strategi mitigasi emisi. Temuan ini mendukung teori bahwa pertumbuhan ekonomi dan aktivitas industri perlu diimbangi dengan kebijakan lingkungan yang efektif untuk mencegah peningkatan emisi yang tidak terkendali.

Saran

Dari perspektif praktis, hasil penelitian ini menggarisbawahi pentingnya penerapan kebijakan yang lebih ketat dalam pengelolaan sumber daya energi dan pupuk, serta pengendalian kebakaran hutan. Langkah-langkah ini tidak hanya penting untuk mengurangi emisi, tetapi juga untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini merekomendasikan penguatan kebijakan mitigasi yang lebih ketat, peningkatan kesadaran masyarakat, investasi dalam teknologi energi terbarukan,

PENGARUH EMISI GAS RUMAH KACA: STUDI KASUS SEKTOR ENERGI, PUPUK, DAN KEBAKARAN HUTAN DI SUMATERA UTARA(RIBUAN TON CO₂e), 2000-2023

pemantauan emisi secara rutin, dan kolaborasi multi-stakeholder untuk mengurangi dampak perubahan iklim dan mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan.

DAFTAR REFERENSI

- Amani, H., et al. (2018). *The role of energy consumption in economic growth: Evidence from Indonesia*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 2154-2162. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.038>
- Houghton, R. A. (2021). *Global carbon emissions from land use and land-use change*. *Global Change Biology*, 27(1), 1-18. <https://doi.org/10.1111/gcb.15312>
- IEA (International Energy Agency). (2022). *World energy outlook 2022*. IEA Publishing. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- Murdiyarso, D., et al. (2011). *Carbon emissions from land use change in Indonesia: The role of the forestry sector*. *Environmental Science & Policy*, 14(5), 586-597. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.05.002>
- Pramita, A., Kholisoh, N., & Lusia, R. A. (2023). PREDIKSI EMISI GAS RUMAH KACA PADA SEKTOR ENERGI DI INDONESIA MENGGUNAKAN ,MODEL ARIMA *Prediction Of Greenhouse Gas Emissions In The Energy Sector In Indonesia Using The Arima Model*. *Jurnal Fraction*, 3(2), 63–70.
- Priyono, A. (2021). *Pengelolaan Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut di Indonesia*. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam*.
- Rahsia, S. A., Gusmayanti, E., & Nusantara, R. W. (2020). *Emisi Karbondioksida (CO₂) Lahan Gambut Pasca Kebakaran Tahun 2018 di Kota Pontianak*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 384–391. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.384-391>
- Samidjo, J., & Suharso, Y. (2017). MEMAHAMI PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM. Dalam PAWIYATAN (Vol. 24, Nomor 2). <http://e-journal.ikip-veteran.ac.id/index.php/pawiyatan>
- Smith, P., et al. (2020). *Greenhouse gas emissions from agricultural soils*. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(1), 25-41. <https://doi.org/10.1038/s43017-019-0006-9>

Yuliana, E., & Subekti, M. (2020). Dampak Kebakaran Hutan Terhadap Emisi Gas Rumah Kaca. *Jurnal Penelitian Lingkungan*. Tidak tersedia secara online

Badan Pusat Statistik Indonesia. (24 September 2019). *Emisi Gas Rumah Kaca menurut Jenis Sektor (ribu ton CO₂e), 2000-2019*. Diakses pada 5 Juni 2025, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjA3MiMx/emisi-gas-rumah-kaca-menurut-jenis-sektor--ribu-ton-co2e---2000-2019.html>