Determinasi Emisi Karbon di Indonesia Tahun 2004-2023: Tinjauan Ekonomi Industri

Ika Wahyuningsih[1], Erike Anggraeni[2], Is Susanto[3]
[1,2,3] Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung
E-mail: ikawahyuningsih463@gmail.com[1]

Article History:
Received: 31 Januari 2025
Revised: 01 Maret 2025
Accepted: 08 Maret 2025

Keywords: *Emisi Karbon, Keterbukaan Perdagangan, Manufaktur, Konsumsi Energi*

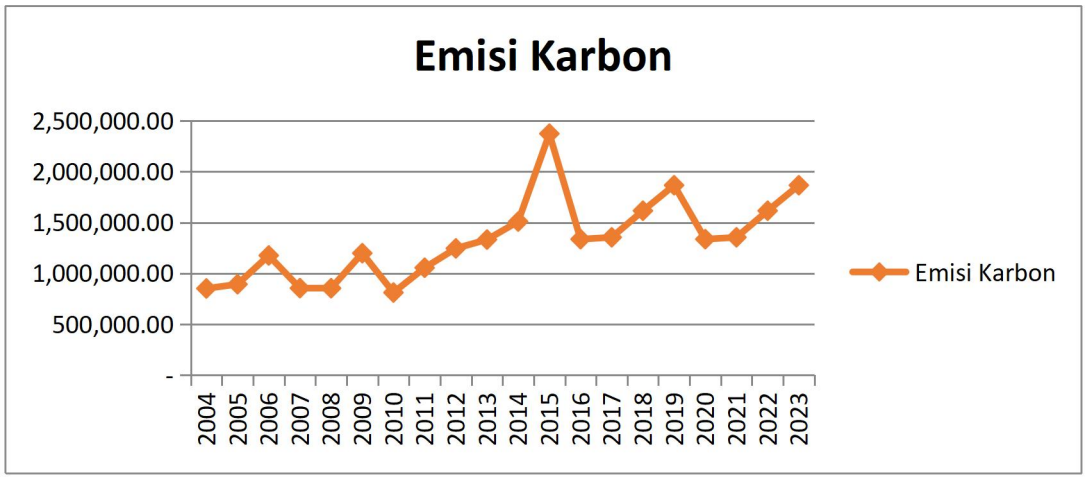
Abstract: *Emisi karbon gas rumah kaca (GRK) bukanlah masalah baru yang dihadapi oleh masyarakat internasional. WRI (World Resource Institute) pada tahun 2014 menempatkan Indonesia pada posisi enam besar dunia sebagai negara penghasil emisi karbon terbesar dengan tingkat emisi sebesar 1,981 miliar ton per tahun. Penelitian ini menganalisis pengaruh nilai tambah sektor industri manufaktur, keterbukaan perdagangan (TO) dan konsumsi energi terbarukan terhadap emisi karbon di Indonesia periode 2004-2023 dengan menggunakan model VECM (Vector Error Correctin Model). Hasil uji kausalitas menunjukkan bahwa nilai tambah manufaktur, keterbukaan perdagangan dan konsumsi energi terbarukan tidak berpengaruh terhadap emisi karbon. Hasil uji VECM menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang positif dan signifikan antara keterbukaan perdagangan dan emisi karbon dalam jangka panjang, namun tidak demikian, lain halnya dengan nilai tambah manufaktur dan konsumsi energi terbarukan. Hasil estimasi VECM jangka pendek menunjukkan bahwa variabel nilai tambah industri manufaktur dan konsumsi energi terbarukan memiliki pengaruh terhadap variabel emisi karbon.*

PENDAHULUAN

Masalah Emisi Karbon Gas Rumah Kaca (GRK) bukanlah masalah baru dihadapi oleh komunitas internasional. Menurut data dari The Emission Gap Report 2021 United Nation Environment Programme (UNEP), emisi gas rumah kaca dunia sudah menjadi sorotan tersendiri sejak tahun 1970 hingga saat ini (Pamungkas & Haptari, 2022). Pemanasan global akibat karbon dioksida telah menjadikan perubahan iklim sebagai isu utama saat ini. Banyak penelitian telah dilakukan mengenai dampak pemanasan global di masa depan, dan dampaknya semakin terasa. Pertumbuhan populasi yang eksponensial dan persaingan antar perekonomian global untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang pesat telah mengakibatkan sumber daya alam dikonsumsi lebih cepat daripada yang dapat didaur ulang. Akibatnya, suhu rata-rata global meningkat, frekuensi dan besarnya bencana alam meningkat di hampir seluruh belahan dunia, es Arktik mencair, dan perubahan iklim diperkirakan akan memakan lebih banyak korban jiwa dibandingkan perang apa pun (Siregar, 2023).

Saat ini mayoritas emisi berasal dari Negara-negara berkembang dan diperkirakan negara-

negara tersebut akan bertanggung jawab atas sebagian besar emisi global di masa depan. Disisi lain, Negara-negara tersebut sangat rentan terhadap dampak negative perubahan iklim dan dampak social-ekonomi yang ditimbulkan juga sangat tinggi. Konsep pembangunan berkelanjutan muncul setelah adanya hubungan antara pertumbuhan dan lingkungan.(Noviarita et al., 2021) Konsep ini mendorong kebijakan yang melindungi ekosistem dan keanekaragaman hayati bumi tanpa mengorbankan pertumbuhan ekonomi. Dengan kata lain, memastikan lingkungan yang bekelanjutan sekaligus bertujuan untuk pertumbuhan berkelanjutan (Salsabila et al., 2023). Negara-negara di dunia merespon hal tersebut dengan menyelenggarakan konvensi Rio de Jainero yang menghasilkan forum hokum berupa *United Nations Framework Convention on Climate Change)*. Kemudian dibentuk perjanjian Paris (*Paris Agretment),* yaitu merupakan perjanjian global yang bertujuan untuk membatasi kenaikan suhu global hingga di bawah 2^0C dari masa pra-industrialisasi dan mempertahankan industrialisasi dengan mencegah kenaikan suhu maksimal 1,5^0C di atas suhu masa pra-industrialisasi (Safutri et al., 2023).



Sumber : *Badan Pusat Statistik (BPS)*

Gambar 1. Grafik Emisi Karbon

Berdasarkan data dari WRI (World Resource Institute) pada tahun 2014 menempatkan Indonesia pada posisi enam besar di dunia sebagai penghasil emisi karbon terbesar dengan tingkat emisi 1,981 miliar ton per tahun(Pusat Badan Statistik (BPS), n.d.). Sehingga membuat pemerintah turun tangan untuk mengurangi jumlah emisi tersebut. Selain itu, Indonesia menempati posisi pertama sebagai negara penghasil emisi karbon terbesar di Asia Tenggara. Indonesia meratifikasi Protokol Kyoto, sebuah perjanjian internasional yang bertujuan untuk mengurangi enam emisi GRK, termasuk karbon dioksida (CO2), metana (CH4), nitrous oxide (N2O), sulfur hexafluoride (SF6), chlorofluorocarbons (CFC) dan perfluorocarbons (PFCs), melalui UU No. 17 tahun 2004. Di Indonesia, emisi telah meningkat secara signifikan sejak tahun 1990, mencapai angka tertinggi sebesar 581 MtCO2 pada tahun 2019. Sektor industri memberikan kontribusi terbesar, yaitu sebesar 37%, diikuti oleh transportasi (27%) dan pembangkit listrik dan tenaga panas (27%) (lihat Gambar 2)). Emisi dari sektor industri berhubungan langsung dengan sumber dan proses energi. Juga secara tidak langsung mencakup produksi listrik dan pemanas industry (Erlangga, 2024).

Indonesia memiliki sumber daya alam seperti air, angin, panas bumi, dan sinar matahari, serta keanekaragaman hayati, sehingga terdapat potensi besar untuk mengembangkan sumber

energi baru terbarukan. Pemerintah harus memanfaatkan sinergi melalui kebijakan fiskal dan moneter sebagai kekuatan pendorong (Normasyhuri et al., 2022), memanfaatkan pilar-pilar pembangunan berkelanjutan (ekonomi, sosial, dan lingkungan hidup) untuk mencapai pembangunan yang komprehensif, meskipun hal tersebut masih relatif mahal dalam jangka pendek untuk mendorong peningkatan investasi hijau. Penelitian ini merupakan sumbangsih pemikiran akademis terhadap situasi saat ini dimana strategi pembangunan ekonomi berpengaruh terhadap peningkatan emisi karbon (CO2). Oleh karena itu, untuk memastikan Indonesia berada dalam kondisi lingkungan yang benar-benar sehat bagi generasi mendatang saat memasuki Rencana Jangka Panjang (2025-2040), dilakukan pengurangan emisi yang menjadi permasalahan global dan cenderung merugikan, sehingga adanya harapan kesejahteraan yang berkelanjutan bisa terwujud (Zainal Arifin, 2021). Berdasarkan fenomena munculnya problematika lingkungan yang menjadi perhatian para pemangku kepentingan dan tingginya sumbangan emisi karbon yang dihasilkan dari perusahaan. Meskipun ada peningkatan penggunaan energi terbarukan, dampaknya terhadap emisi karbon dalam sektor industri manufaktur di Indonesia belum banyak diteliti. Penelitian ini dapat mengevaluasi sejauh mana adopsi energi terbarukan dapat mengurangi emisi karbon dan meningkatkan nilai tambah sektor manufaktur.

LANDASAN TEORI

Teori Eksternalitas

Menurut Smith dalam bukunya yang berjudul *Environmental Economics*, kajian hubungan antara ekonomi dan lingkungan dimulai dari gagasan ekonomi yang paling umum, yaitu kegagalan pasar. Pada prinsipnya, pasar memberikan mekanisme yang efesien dalam mengalokasikan kapasitas sumber daya produktif (seperti sumber daya alam, tenaga kerja, dan modal) yang terbatas (Tsandra et al., 2021). Sedangkan menurut Heller dan Starrett dalam The Theory and Measurement of Economic Externalities (1976), eksternalitas dapat dijelaskan sebagai kondisi insentif yang diakibatkan oleh ketidakmampuan perekonomian swasta dalam menciptakan pasar potensial bagi produk tertentu. Eksternalitas mengacu pada dampak merugikan atau menguntungkan yang tidak disengaja yang ditanggung oleh pihak lain dalam produksi, distribusi, atau konsumsi barang tertentu (Azzahra, 2021). Nason menyampaikan bahwa eksternalitas adalah dampak apa pun, baik positif ataupun negatif, yang dihasilkan dari transaksi pasar yang tidak diantisipasi sebelumnya oleh pihak-pihak yang melakukan transaksi (Lin, 2014).

Teori *Enviromental* Kuznets

Teori *Enviromental* Kuznets Lingkungan dikembangkan oleh Simon Kuznets, pemenang Hadiah Nobel tahun 1955. *Environmental Kuznets Curve* (EKC) memiliki bentuk kurva seperti U terbalik, ini karena pertumbuhan ekonomi akan memicu tingkat kerusakan ekonomi suatu negara, namun pada titik tertentu, kerusakan lingkungan akan turun sejalan dengan pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat (Sasana & Aminata, 2019). Teori ini menggambarkan hubungan antara perubahan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh perkembangan ekonomi suatu negara. Argumen ini menjelaskan mengapa negara dengan penghasilan perkapita yang rendah, yang merupakan mayoritas negara-negara berkembang, lebih cenderung mengalami kerusakan lingkungan yang signifikan. Hal ini terjadi karena perekonomian masih dalam tahap awal industrialisasi dan banyak menghabiskan sumber daya, masalah lingkungan belum menjadi pertimbangan penting masyarakat, dan pemerintah dalam upayanya melakukan upaya perbaikan sistem masih belum maksimal. Karena banyak pencemar di udara selama rentang waktu ini,

tercipta hubungan tegak lurus pada pertumbuhan ekonomi serta perubahan kualitas lingkungan (Putra et al., 2024).

Emisi Karbon

Emisi karbon adalah pelepasan karbon ke atmosfer. Emisi karbon terkait emisi gas rumah kaca kontributor utama perubahan iklim, seperti karbon dioksida atau disingkat sebagai CO^2 merupakan salah satu jenis gas yang menyusun lapisan atmosfer bumi, di samping gas lainnya, seperti oksigen, nitrogen, dan argon (Hela & Ekawaty, 2024). Menurut Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), tanpa gas-gas tersebut, maka suhu bumi bisa mencapai -18C sehingga menjadikan berbagai organisme di bumi tidak akan mampu untuk tetap hidup. Selanjutnya, untuk asal muasal CO^2 sendiri, National Aeronautics and Space Administration atau dikenal dengan NASA menyatakan bahwa, secara alami, CO^2 terbentuk melalui pernafasan dan pembusukan pada organisme, batuan karbonat yang lapuk, kebakaran hutan, dan gunung berapi meletus (Shidarta, n.d.). Sementara definisi dari emisi atau dikenal sebagai gas buang yang bersumber dari The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) adalah pelepasan gas rumah kaca yang terjadi di wilayah dan waktu tertentu. Dengan demikian, emisi CO^2 merupakan gas buang yang berasal dari aktivitas pembakaran sumber energi fosil, bahan limbah, serta termasuk penggundulan hutan dan produksi semen. indicator yang dipakai yaitu jumlah emisi karbon (GRK) yang dihasilkan di Indonesia.

Dalam perspektif islam emisi karbon disebut sebagai kerusakan lingkungan (fasad fi al-ardh), khususnya dari perspektif Al-Quran, menekankan bahwa semua aktivitas manusia yang dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi juga dapat menyebabkan kerusakan yang meningkatkan emisi karbon. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S Al-Baqarah ayat 11 dan 12, Allah mengingatkan kita bahwa manusia sering mengaku telah melakukan kebaikan, tetapi pada kenyataannya mereka justru menimbulkan kerusakan dan mengabaikan hakikat amanah mereka sebagai khalifah di bumi.

Q.S Al-Baqarah ayat 11.

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُواْ فِى ٱلْأَرْضِ قَالُوٓاْ إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ

Artinya:

"Dan apabila dikatakan kepada mereka, "Janganlah berbuat kerusakan di bumi!" Mereka menjawab,"Sesungguhnya kami justru orang-orang yang melakukan perbaikan."

Kerusakan di muka bumi menjelaskan bagaimana orang munafik tersebut melakukan kekufuran dan kemaksiatan di bumi. Dengan sifat mereka yang sering berpura-pura tidak merusak muka bumi muncullah firman Allah SWT yang membantah kebohongan mereka, seperti bunyi surah Al-Baqarah ayat 12 sebagai berikut:

Q.S Al-Baqarah ayat 12

أَلَآ إِنَّهُمْ هُمُ ٱلْمُفْسِدُونَ وَلَٰكِن لَّا يَشْعُرُونَ

Artinya:

"Ingatlah, sesungguhnya merekalah yang berbuat kerusakan, tetapi mereka tidak menyadari."

Keterbukaan Perdagangan

Teori perdagangan Hecksher–Ohlin, menyiratkan keterbukaan adalah salah satu faktor penentu penting dari tingginya tingkat emisi dan pertumbuhan ekonomi, dan polusi dirangsang

dari produksi lebih lanjut, yang dihasilkan dari keterbukaan perdagangan yang lebih besar. Keterbukaan perdagangan bermanfaat bagi lingkungan jika efek teknologi lebih besar daripada efek komposisi dan efek skala. Temuan ini menunjukkan bahwa perdagangan internasional akan meningkatkan tingkat pendapatan negara-negara berkembang dan mendorong mereka mengimpor teknik yang tidak terlalu tercemar untuk meningkatkan produksi (Tsandra et al., 2021). Keterbukaan perdagangan (*Trade Opennes*) adalah salah satu indicator potensi perdagangan suatu Negara. Indicator yang dipakai pada variable ini jumlah rasio ekspor dan impor dengan produk domestic bruto, dengan menggunakan sekala pengukura variabel rasio (%).

Perdagangan menurut perspektif islam yang dijelaskan dalam buku "*Muqaddimah"* karya Ibnu Khaldun. Ibnu Khaldun mengemukakan bahwa pentingnya perdagangan terutama dalam konteks ekonomi dan peradaban, karena perdagangan adalah salah satu pendorong kesejahteraan ekonomi dan penting bagi hubungan antar bangsa. Ibnu Khaldun menganggap perdagangan sebagai kegiatan yang sangat penting dalam ekonomi, tetapi harus dilakukan dengan penuh tanggung jawab sosial, etika, dan keadilan sesuai dengan prinsip-prinsip Islam. Hal ini untuk memastikan bahwa perdagangan membawa manfaat bagi seluruh lapisan masyarakat dan berkontribusi pada kemajuan peradaban secara keseluruhan.

Konsumsi Energi Terbarukan

Teori konsumsi energy merupakan konsep fundamental dalam bidang studi energy. Ini mengkaji pola dan tren penggunaan energy di berbagai sector perekonomian dan masyarakat(Tao et al., 2024). Teori ini didasarkan pada memahami bahwa energy adalah sumber daya yang terbatas dan penggunaannya efisien penting bagi pembangunan berkelanjutan. Teori mempelajari bagaimana individu atau organisasi memanfaatkan energy dan variable-variabel yang mempengaruhi energy pola konsumsi. Hal ini bertujuan untuk menjelaskan mengapa dan bagaimana orang menggunakan energy dan unsur-unsur yang mempengaruhi konsumsi tersebut. Salah satu teorinya asumsi utamanya adalah bahwa individu dan organisasi adalah actor rasional yang ingin memaksimalkan utilitasnya dengan menggunakan sumber daya energy secara optimal (Gershon et al., 2024). Konsumsi energy adalah acuan untuk memberikan gambaran tentang kuantitas kebutuhan energy yang digunakan sebagai input untuk menghasilkan output dalam aktivitas ekonomi. Indicator yang dipakai pada variable ini jumlah konsumsi energy terbarukan di Indonesia, dengan menggunakan sekala pengukura variabel rasio (%).

Konsumsi menurut Al-Ghazali dalam perspektif islam yang dijelaskan dalam karyanya yang berjudul "*Ihya Ulumuddin"*. Al-Ghazali adalah seorang sufi yang memberikan kontribusi besar bagi dunia Islam. Ia juga menawarkan perspektif spiritual dan moral pada bidang ekonomi, termasuk bidang konsumsi. Al-Ghazali menjelaskan, perlunya fokus pada aspek spiritual dalam perilaku konsumsi agar terhindar dari perilaku konsumsi yang berlebihan. Menurut Al-Ghazali, konsep konsumsi tidak hanya berfokus pada kepuasan saja. Kegiatan konsumsi dilakukan dengan mempertimbangkan aspek sosial dan mencapai maslahat untuk memenuhi kebutuhan orang-orang disekitar kita, sehingga terciptalah kesejahteraanaan sosial.

Nilai Tambah Industri Manufaktur

Value Added Cost Theory, merupakan teori nilai tambah yang berasal dari ilmu ekonomi dan ilmu manajemen yang dijelaskan sebagai berikut: Dalam ilmu ekonomi, nilai tambah sebuah industry adalah jumlah pendapatan (*revenue*) industry tersebut yang mencakupi pendapatan penjualan, laba operasional lain, pajak dan perubahan persediaan, dikurangi jumlah biaya *input* yang mencakup bahan baku, biaya SDM produksi/operasi, dan *overhead*. Pada tataran ilmu

ekonomi, nilai tambah sebuah industry adalah kontribusi industry tersebut kepada PDB. Jumlah nilai tambah keseluruhan adalah harga pasar produk jadi atau jasa dalam sebuah Negara pada suatu periode tertentu. Teori ini menjadi dasar teori pajak pertumbuhan nilai (*value added tax*). Terdapat pula teori *economic value added* pada ilmu ekonomi yang digunakan pada dunia akuntansi (Hoesada, 2021). Nilai tambah sector manufaktur industry adalah jumlah nilai barang dan jasa akhir yang dihasilkan setelah mengurani output dengan input, yang dihitung berdasarkan harga konstan. Indicator yang dipakai pada variable ini jumlah nilai tambah sektor industri manufaktur di Indonesia, dengan menggunakan sekala pengukura variabel rasio (%).

Nilai tambah dalam perspektif islam menurut Muhammad Baqir ash-Sadr dalam karyanya yang berjudul *"Iqtishaduna"* membahas nilai tambah dalam konteks ekonomi Islam dengan mengkritisi dan membandingkan teori ekonomi Marxis dan Kapitalis. Al-Sadr menekankan pentingnya keadilan sosial dan distribusi kekayaan. Menurut al-Sadr, nilai tambah dalam ekonomi Islam bukan hanya dihitung dalam hal peningkatan kekayaan fisik atau barang, tetapi juga pada peningkatan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan. Dalam konteks ini, nilai tambah melibatkan distribusi kekayaan yang adil dan merata, dengan tujuan untuk mengurangi ketimpangan sosial dan ekonomi. Di samping itu, al-Sadr juga menekankan bahwa penciptaan nilai tambah harus dilakukan dengan cara yang halal, yaitu dengan menghindari riba, eksploitasi, dan praktik-praktik ekonomi yang tidak adil. Nilai tambah harus diperoleh dengan cara yang memperhatikan keseimbangan antara kebutuhan individu dan kepentingan masyarakat secara keseluruhan. Dalam perspektif Islam, ekonomi bukan hanya tentang keuntungan materi, tetapi juga tentang kesejahteraan moral dan sosial yang selaras dengan ajaran agama.

METODE PENELITIAN

Untuk menganalisis data sekunder digunakan model VECM. Data sekunder ini terdiri dari runtun waktu yang diamati mulai Januari 2004 hingga Desember 2023. Analisis deret waktu digunakan untuk mengamati data yang berubah seiring berjalannya waktu, dan nilai variabel dari periode sebelumnya juga mempengaruhi variabel tersebut (Ekananda, 2016). Data yang digunakan meliputi nilai tambah sector manufaktur industri, kterbukaan perdagangan, konsumsi energy dan emisi karbon. Pada penelitian yang menggunakan time series multivariat, model VECM dianggap paling tepat. Karena model menggunakan data time series setiap variabel untuk memperkirakan hubungan antara variabel jangka pendek dan jangka panjang, maka tahapan analisis menggunakan model VECM meliputi(Basuki & Prawoto, 2022):

$$\text{Emisi karbon}_t = \alpha + \beta\text{Nilai tambah industry manufaktur}_t + \beta\text{Keterbukaan Perdagangan}_t + \beta\text{Konsumsi Energi terbarukan}_t + e_t$$

Uji Stasioner (*Stationary Test*)

Uji stasioner yang diperkenalkan oleh Dickey dan Fuller merupakan pengujian formal untuk menstasionerkan data yang disebut "pengujian root unit atau uji akar unit". Jika data bersifat stasioner, maka data akan bergerak di sekitar nilai rata-rata atau menuju nilai perkiraan (berlawanan dengan tren) Jika suatu regresi disalahartikan, hasil analisisnya juga akan menjadi tidak akurat, sehingga dapat mengakibatkan pengambilan keputusan dan kebijakan yang salah.

Uji Lag Optimal (*Lag Length Selection*)

Penentuan lag optimal adalah untuk melihat perilaku hubungan masing-masing variable. Penentuan panjang jeda yang optimal sangat penting dalam analisis data deret waktu. Penentuan panjang lag optimal ini penting, karena jika panjang lag yang telah ditentukan terlalu pendek maka residual regresi tidak akan menampilkan proses *white noise,* sehingga model tidak dapat

memperkirakan kesalahan yang sebenarnya secara akurat.

Estimasi Model VAR

Menentukan interval lag endogen merupakan masalah utama dalam model VAR; semakin besar interval lag endogen, semakin baik mencerminkan karakteristik dinamis model. Namun, dalam kasus ini, diperlukan lebih banyak parameter untuk estimasi yang konsisten, sehingga mengurangi derajat kebebasan model. Perkiraan VAR sangat sensitif terhadap penggunaan histeresis. Untuk menentukan jumlah lag (urutan) yang digunakan dalam model VAR, dapat digunakan kriteria Akaike Information Criterion (AIC), Schwarz Information Criterion (SC), dan Hannan Quinnon (HQ). Penentuan lag optimal penting dilakukan karena variabel endogen merupakan variabel independen yang digunakan dalam model VAR. Menguji log yang luar biasa ini bisa sangat berguna dalam memecahkan masalah.

Uji Kointegrasi (*Co-Integration Test*)

Kointegritas antar variabel didefinisikan secara formal dan dikembangkan oleh Engle dan Granger pada tahun 1987. Menurut Enders, kointegritas merupakan kombinasi linier dari variabel-variabel yang non-stasioner. Analisis VAR/VECM menggunakan kointegritas untuk menentukan apakah ada hubungan jangka panjang antara variabel non-stasioner. Kointegritasi artinya meskipun satu variabel tidak stasioner, kombinasi linier dua variabel atau lebih dapat ditingkatkan, sehingga residunya tetap dan bergerak menuju keseimbangan jangka panjang.

Estimasi dan Analisis VECM

Menurut analisis kointegrasi, nilai tambah industri manufaktur, keterbukaan perdagangan, & konsumsi tenaga terbarukan terhadap emisi karbon mempunyai interaksi keseimbangan pada jangka pendek.Urutan lag VECM wajib 1 lantaran ketidakseimbangan jangka dampak & struktur dinamis.Akibatnya, contoh VEC dibuat menggunakan aplikasi ekonometrik.(Kuncoro, 2013)

Uji Granger Causality

Kausalitas merupakan hubungan jangka pendek antar kelompok tertentu, dengan menggunakan metode ekonometri termasuk hubungan timbal balik atau hubungan sebab akibat yang signifikan. Kausalitas ini dilakukan karena setiap variable dalam penelitian memiliki kesempatan untuk menjadi variable eksogen ataupun endogen.

Uji Stabilitas VECM

Jika varians dan mean (rata-rata) data tidak stasioner setelah transformasi, kemungkinan besar akan terjadi kointegrasi atau hubungan jangka panjang antar variabel. Uji kointegrasi Johansen menunjukkan paling sedikit terdapat dua hubungan kointegrasi antar variabel ketika nilai trace statistic lebih besar dari nilai kritis. Selain itu, model koreksi kesalahan vektor (VECM) digunakan ketika terdapat hubungan kointegrasi antar variabel.

Analisis Variance Decomposition (VD) dan Impluse Response Function

Untuk melihat efek dinamis dari model yang menanggapi guncangan tertentu, serta dampak dari kelima variable. Fungsi respons impuls dan dekomposisi varians dalam VECM digunakan untuk mengukur estimasi varians error suatu variabel, yaitu seberapa besar suatu variabel mampu menjelaskan variabel lain atau variabel itu sendiri. Melalui metode VECM, dapat dianalisis proporsi dampak perubahan pada suatu variabel akibat adanya shock atau perubahan pada variabel itu sendiri dalam jangka waktu tertentu.(Muhyiddin et al., 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tabel. 1 . Hasil Tes Unit Root Variabel

Variabel	Level		First Different	
	T statistic	Prob	T statistic	Prob
Nilai Tambah Industri	0.480346	0.9811	-5.043351	0.0009
Keterbukaan Perdagangan	-3.516275	0.0199	-5.282357	0.0006
Konsumsi Energi terbarukan	-2.002149	0.2834	-4.514029	0.0026
Emisi Karbon	-2.346471	0.1688	-4.971012	0.0012

Sumber : Output *e-views* 2010 (Olah data 2024)

Tabel. 2. Hasil Tes Optimal Lag Lag

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-477.3402	NA*	4.61e+19	56.62826	56.82431*	56.64774
1	-462.1286	21.47513	5.43e+19	56.72102	56.70127	56.81845
2	-440.1651	20.61265	4.08e+19*	56.02679*	55.79124	56.20218*

Sumber : Output *e-views* 2010 (Olah data 2024)

Tabel 2 memperlihatkan bahwa lag optimal terjadi pada lag 2. Lag optimal ini dapat didefinisikan dengan memperhatikan jumlah tanda bintang yang terdapat pada setiap kriteria dalam table tersebut.

Tabel 3. Hasil Tes Stabilitas

Root	Modulus
-0.500187	0.500187
0.068286 – 0.349824i	0.356427
0.068286+ 0.349824i	0.356427
-0.238673	0.693669

Sumber : Output *e-views* 2010 (Olah data 2024)

Table 3 hasil uji stabilitas dan menunjukkan pada kondisi first different lag 1 diketahui model VAR sudah stabil. Kondisi tersebut dapat dilihat dari nilai keseluruhan dari modulus kurang dari 1, tidak ada yang melebihi 1.

Tabel 4. Hasil Tes Kointegritas

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.832112	60.58413	40.17493	0.0002
At most 1 *	0.764960	30.24833	24.27596	0.0079
At most 2	0.235186	5.632322	12.32090	0.4823
At most 3	0.061235	1.074234	4.129906	0.3488

Sumber : Output *e-views* 2010 (Olah data 2024)

Pada Table 4 menunjukkan bahwa nilai probabilitas kurang dari 5%. Kondisi tersebut juga dapat diartikan bahwa terdapat kointegrasi antar variable. Hasil tersebut sekaligus mengkonfirmasikan bahwa analisis model VECM dapat dilanjutkan.

Tabel 5. Hasil Tes Kausalitas

Null Hypothesis	obs	F-Statistic	Prob.
Nilai Tambah Industri Manufaktur tidak menyebabkan Emisi Karbon	18	0.92473	0.4212
Emisi Karbon tidak menyebabkan Nilai Tambah Industri Manufaktur		1.65138	0.2296
Keterbukaan Perdagangan tidak menyebabkan Emisi Karbon	18	2.86220	0.0933
Emisi Karbon tidak menyebabkan Keterbukaan Perdagangan		0.23330	0.7952
Konsumsi Energi Terbarukan tidak menyebabkan Emisi Karbon	18	2.24487	0.1454
Emisi Karbon tidak menyebabkan Konsumsi Energi terbarukan		0.20229	0.8194
Keterbukaan Perdagangan tidak menyebabkan Nilai Tambah Industri manufaktur	18	1.41778	0.2773
Nilai tambah Industri manufaktur tidak menyebabkan Keterbukaan Perdagangan		0.11641	0.8910
Konsumsi Energi Terbarukan tidak menyebabkan Nilai Tambah Industri Manufaktur	18	0.90036	0.4303
Nilai tambah Industri Manufaktur tidak menyebabkan Konsumsi Energi Terbarukan		1.23291	0.7955
Konsumsi Energi Terbarukan tidak menyebabkan Keterbukaan Perdagangan	18	4.22599	0.0386
Keterbukaan Perdagangan tidak menyebabkan Konsumsi Energi Terbarukan		1.48292	0.2630

Sumber : Output *e-views* 2010 (Olah data 2024)

Hasil uji kausalitas menunjukkan bahwa nilai tambah manufaktur tidak mempengaruhi emisi karbon secara statistic signifikan. Begitu juga emisi karbon terhadap nilai tambah industry manufaktur yang memiliki nilai probabilitas 0.2296 > 0,05. Artinya tidak ada hubungan timbal balik antara emisi karbon dan nilai tambah industry manufaktur. Hasilnya lainnya berdasarkan uji kausalitas menunjukkan bahwa secara statistic keterbukaan perdagangan dan emisi karbon keduanya memiliki probabilitas lebih besar dari 0,05. Sedangkan konsumsi energy terbarukan dan emisi karbon menunjukkan bahwa hasil uji kaulitas lebih besar dari 0,05. Artinya tidak ada hubungan timbal balik antara konsumsi energy terbarukan dan emisi karbon, sehingga disimpulkan bahwa hanya tidak terjadi kausalitas apapun untuk kedua variable konsumsi energy terbarukan dan emisi karbon. Variable konsumsi energy terbarukan memiliki hubungan kausalitas satu arah dengan keterbukaan perdagangan, hasil menunjukkan konsumsi energy terbarukan mampu menyebabkan pergerakan pada keterbukaan perdagangan. Hali ini didukung dengan uji kausal dengan nilai probabilitas 0.0386. jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya hasil ini mempertegas bahwa konsumsi energy terbarukan dipengaruhi keterbukaan perdagangan secara positif(Siregar, 2023).

Tabel 6. Hasil Regresi Model VECM

Cointegrating Eq	CointEq1
Emisi Karbon	1.000000
Nilai Tambah Industri	-3416.595 (2746.55)

Manufaktur	[-1.24396]			
Keterbukaan Perdagangan	63251.54 (9940.74) [6.36286]			
Konsumsi Energi Terbarukan	-99.97886 (194.425) [-0.51423]			
C	-108194.3			
Error Correction	D(Emisi Karbon)	D(Keterbukaan Perdagangan)	D(Konsumsi Energi Terbarukan)	D(Nilaitambah Industri Manufaktur)
cointEq1	0.007307 (0.42078) [0.01736]	-8.56E-06 (2.2E-05) [-0.39561]	-2.07E-05 (6.3E-06) [-3.29147]	-0.000331 (0.00030) [-1.08932]
Emisi Karbon	0.217790 (0.24516) [0.88837]	-5.69E-06 (1.3E-05) [-0.45111]	5.12E-05 (3.7E-06) [1.39769]	-8.37E-05 (0.00018) -0.47344
Nilai tambah Industri Manufktur	15020.77 (4397.17) [3.41601]	-0.804815 (0.22610) [-355961]	-0.117770 (0,06565) [-1.79369]	-5.417030 (3.17082) [-170840]
Keterbukaan Perdagangan	15494.75 (16659.6) [0.93058]	0.955289 (0.85615) [1.11580]	0.91954 (0.24859) [0.36990]	13.68406 (12.0068) [1.13969]
Konsumsi Energi Terbarukan	1904.527 (468.097) [4.06866]	-0.006585 (0.02407) [-0.27357]	-0.011186 (0.00699) [-1.60065]	-1.121278 (0.33755) [-3.32184]
C	12432.42 (90525.3) 0.13734	-0.725825 (4.65468) [-0.15593]	-0.660620 (1.35151) [-0.48880]	-12.69308 (65.2783) [-0.19445]

Sumber : Output *e-views* 2010 (Olah data 2024)

Hasil estimasi VECM ini bahwa dalam jangka panjang yang mempengaruhi emisi karbon adalah keterbukaan perdagangan. Keterbukaan perdagangan menunjukkan arah pengaruh yang positif. Sedangkan dalam jangka pendek yang menunjukkan arah pegaruh positif adalah nilai tambah industri manufaktur dan konsumsi energy terbarukan.

Hubungan Jangka Pendek

Hasil estimasi VECM jangka pendek pada table 6 menunjukan variable nilai tambah industry manufaktur dan konsumsi energy terbarukan memiliki pengaruh terhadap variable emisi karbon dikarenakan nilai t-hitung lebih besar dari nilai t-tabel sebesar [2.1199]. Sedangkan variable keterbukaan perdagangan (TO) tidak memiliki pengaruh dalam jangka pendek dikarenakan nilai t-hitung lebih kecil dari t-tabel sebesar [2.1199].

Hubungan Jangka Panjang

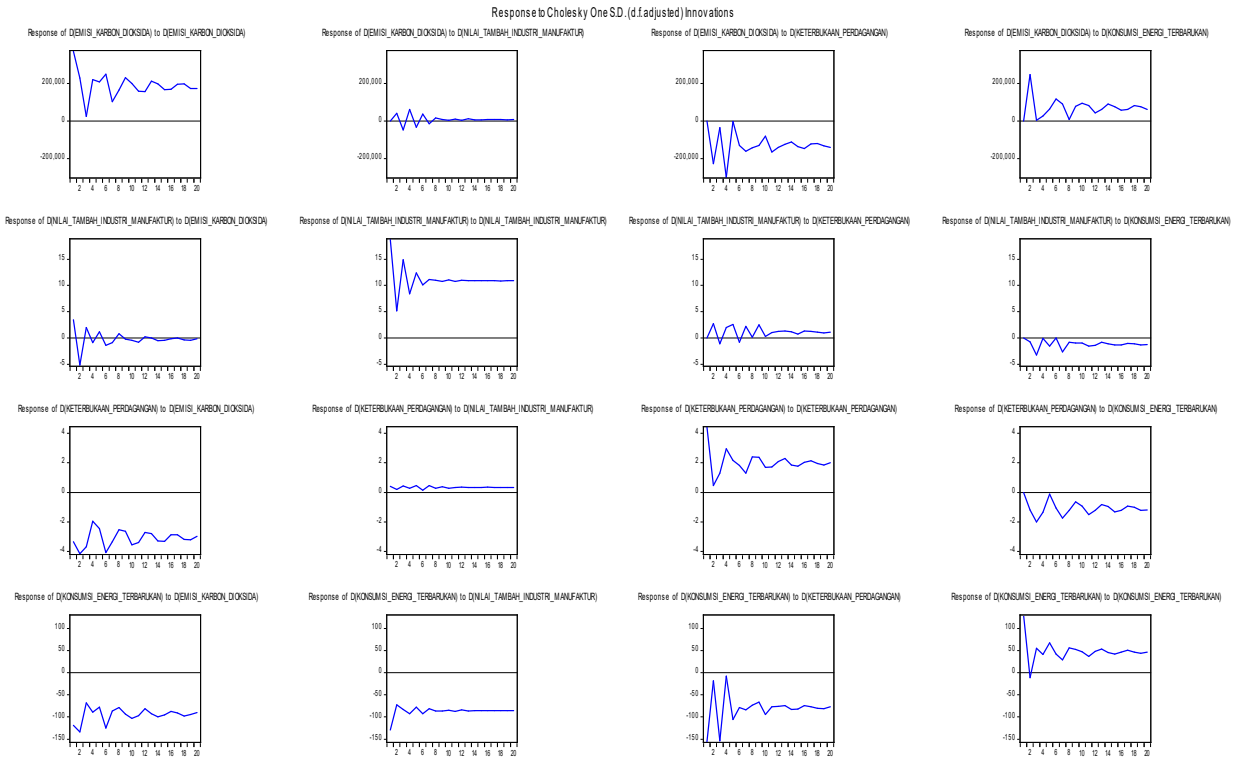
- Hubungan X_1 dan Y, dalam jangka panjang variable X_1 berpengaruh negatif dan tidak signifikan mempengaruhi Y saat ini dengan nilai statistik t [-1.24396] < nilai kritis t [2.1199].

Dari hasil estimasi jangka panjang yang diperlihatkan oleh table 6 menjelaskan bahwa nilai tambah industry manufaktur tidak dapat menyebabkan terjadinya peningkatan emisi karbon. Temuan ini tidak sejalan dengan temuan Aldodi (Pratama, 2022) yang menyatakan bahwa nilai tambah industry dapat menyebabkan terjadinya peningkatan emisi karbon di Indonesia. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Apsari Prinadi, Dkk (Prinadi et al., 2022) yang menjelaskan bahwa nilai tambah industry tidak memiliki pengaruh terhadap emisi karbon.

- Hubungan X_2 dan Y, dalam jangka panjang variable X_2 berpengaruh positif dan signifikan mempengaruhi Y saat ini, dengan nilai statistik t [6.36286] > nilai kritis t [2.1199] dapat diartikan bahwa ketika ada peningkatan X_2 sebesar 1% maka akan menyebabkan peningkatan Y sebesar [6.36286] emisi karbon. Dari hasil estimasi jangka panjang yang diperlihatkan oleh table 6 menjelaskan perdagangan terbuka dapat menyebabkan terjadinya peningkatan emisi karbon di Indonesia. Temuan ini tidak sejalan dengan hasil temuan Suci dan Hasbi (Siregar, 2023) yang menjelaskan bahwa keterbukaan perdagangan tidak memiliki pengaruh terhadap emisi karbon. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Wang dan Zhang (Wang & Zhang, 2021) yang menjelaskan bahwa keterbukaan perdagangan memiliki pengaruh terhadap emisi karbon. Hal ini menunjukkan bahwa keterbukaan perdagangan secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan emisi karbon. Hasil ini mendukung teori sebelumnya yang menyatakan bahwa keterbukaan perdagangan dapat meningkatkan emisi karbon. Hal ini mengkin disebabkan oleh efek dari keterbukaan perdagangan itu sendiri, yang memungkinkan suatu Negara menerima transfer teknologi baru yang tidak ramah lingkungan dari perdagangan internasional.
- Hubungan X_3 dan Y, dalam jangka panjang variable X_3 berpengaruh negatif dan tidak signifikan mempengaruhi Y saat ini, dengan nilai statistik t [-0.51423] < nilai kritis t [2.1199]. Dari hasil estimasi jangka panjang yang diperlihatkan oleh table 6 menjelaskan bahwa konsumsi energy terbarukan tidak dapat menyebabkan terjadinya peningkatan emisi karbon. Temuan ini tidak sejalan dengan hasil temuan sarwono dan nasrudi (Nadeak & Nasrudin, 2023) yang menjelaskan konsumsi energy terbarukan memiliki pengaruh terhadap emisi karbon (GRK). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Kais dan Anis (Saidi & Omri, 2020) yang menjelaskan bahwa konsumsi energy terbarukan tidak memiliki pengaruh terhadap emisi karbon dalam jangka panjang. Hasil ini tidak mendukung teori sebelumnya yang menyatakan bahwa konsumsi energy terbarukan dapat mempengaruhi emisi karbon. Faktor-faktor ini mencakup penggunaan energy tak terbarukan dan kondisi teknologi yang digunakan untuk memproduksi dan mengkonsumsi energy. Oleh karena itu, peningkatan konsumsi energy terbarukan tidak secara langsung menyebabkan peningkatan emisi karbon.

***Impulse Response Function* (IRF)**

Analisis IRF akan menjelaskan dampak dari guncangan (*shock*) tidak hanya dalam jangka pendek tetapi dapat menganalisis dalam jangka panjang. Gambar *impulse response* akan menunjukan respon suatu variabel akibat kejutan variabel lainnya sampai dengan beberapa periode setelah terjadi *shock*. Jika gambar *impulse response* menunjukan pergerakan yang semakin mendekati titik keseimbangan (*convergence*) atau kembali ke keseimbangan sebelumnya bermakna respon suatu variabel akibat suatu kejutan makin lama akan menghilng sehingga kejutan tersebut tidak meninggalkan pengaruh permanen terhadap variabel tersebut.(Gujarati, 2013)



Sumber : Output *e-views* 2010 (Olah data 2024)

Gambar 2. Hasil Analisis IRF

Variance ddcompotion (VD)

Analisis *Variance Decomposition* (VD) berguna untuk memprediksi kontribusi persentase varian setiap variabel karena adanya perubahan variabel tertentu pada periode 1 sampai 20

Tabel 9. Hasil Uji *Variance Decomposition of* Emisi karbon

Periode	S.E.	Emisi Karbon	Nilai Tambah Industri Manufaktur	Keterbukaan Perdagangan	Konsumsi Energi Terbarukan
1	371151.6	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	550409.5	62.56292	0.586820	16.76052	20.08974
3	554123.0	61.91871	1.321752	16.93374	19.82580
4	669315.0	53.20692	1.754230	31.27844	13.76041
5	704219.6	56.70081	1.794757	28.25599	13.24844
6	767792.7	58.15058	1.753389	26.59144	13.50460
7	796501.4	55.70219	1.662336	28.80052	13.83496
8	825745.1	55.79576	1.590741	29.72921	12.88429
9	870421.1	57.18722	1.441765	28.97988	12.39114
10	901547.1	58.19807	1.346391	27.80456	12.65098
11	933609.8	57.13027	1.267030	29.02373	12.57898
12	957592.1	56.95420	1.205968	29.68471	12.15512
13	990397.5	57.82654	1.143133	29.28017	11.75015
14	1020295.	58.26469	1.080243	28.77884	11.87622

15	1045304.	58.04008	1.034040	29.08779	11.83810
16	1070313.	57.82993	0.991455	29.60448	11.57413
17	1096415.	58.26824	0.950443	29.43164	11.34968
18	1123392.	58.57287	0.910907	29.17614	11.34008
19	1146745.	58.49558	0.877328	29.30326	11.32384
20	1169658.	58.41506	0.847982	29.57314	11.16382

Sumber : Output *e-views* 2010 (Olah data 2024)

Hasil dari pengujian *Variance Decomposition* variabel nilai tambah industry manufaktur memberikan pengaruh paling kecil terhadap variabel pertumbuhan ekonomi, dimana pengaruh cenderung mengalami peningkatan sebelum akhirnya mengalami penurunan. Pada awal periode sebesar 0.586820 persen, kemudian mengalami kenaikan hingga periode ke-3 sebesar 1.321752 persen. Namun dari periode ke-16 hingga periode ke-20 mengalami penurunan sebesar 0.847982 persen. Variable keterbukaan perdagangan mengalami fluktuasi dari awal periode sampai akhir periode. Variable keterbukaan perdagangan memberika pengaruh terbesar kedua setelah emisi karbon itu sendiri. Variable konsumsi energy terbarukan memberikan pengaruh terhadap emisi karbon namun, pengaruh cenderung menurun dari awal periode sampai akhir periode.

Dalam perspektif Islam tentang emisi karbon yang sering disebut perusakan lingkungan atau kerusakan bumi dalam istilah sering disebut (fasad fi al-ardh). Dalam Al-Qur'an, Allah memperingatkan manusia agar tidak merusak bumi. Emisi karbon yang berkontribusi terhadap pemanasan global merupakan salah satu jenis kerusakan ekologis yang disebabkan oleh aktivitas manusia, khususnya sektor industri dan pembakaran bahan bakar fosil. Dalam surah Al-Baqarah ayat 11-12, Allah berfirman:

"Apabila dikatakan kepada mereka: 'Janganlah kamu membuat kerusakan di bumi', mereka menjawab: 'Sesungguhnya kami hanya orang-orang yang membuat perbaikan".(11)

"Ingatlah, sesungguhnya merekalah yang berbuat kerusakan, tetapi mereka tidak menyadari."(12)

Dalam ayat 11 dan 12 Surat Al-Baqarah, Allah berbicara tentang tindakan merusak yang dilakukan oleh orang-orang yang mengabaikan tanggung jawab mereka terhadap lingkungan. Konteks ini menjadi semakin penting karena kerusakan lingkungan tidak hanya memengaruhi ekosistem tetapi juga kehidupan manusia itu sendiri. Surah Ar-Rum ayat 41, *"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)."* Kerusakan di daratan dan lautan disebabkan oleh perbuatan manusia, yang menunjukkan bahwa perbuatan manusia secara langsung mempengaruhi kondisi lingkungan. Allah menghendaki agar manusia merasakan akibat dari perbuatannya dan kembali ke jalan yang benar.

Islam mengajarkan bahwa manusia, sebagai "khalifah" atau pemimpin di bumi, memiliki tanggung jawab moral untuk melindungi dan melestarikan alam. Hal ini tercermin dalam ajaran bahwa bumi yang telah diciptakan dalam keadaan baik maka tidak boleh dirusak, *"Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik,"* (QS al-Araf, ayat 56). Oleh karena itu, tindakan perusakan lingkungan tidak hanya melanggar prinsip keadilan Islam tetapi juga etika lingkungan yang menekankan perlunya menjaga keseimbangan ekologi. Untuk mengatasi tantangan emisi karbon dan kerusakan

lingkungan, solusi yang lebih baik adalah dengan mengurangi emisi pada sumbernya dan mengembangkan teknologi ramah lingkungan. Dengan mengambil langkah-langkah tersebut, umat Islam dapat berperan aktif dalam melindungi bumi dari bahaya sesuai dengan Al-Qur'an dan Sunnah (Mursalin et al., 2024).

Seperti yang dikatakan oleh Nasr Seyyed Hossein, mengenai kritiknya atas realitas kemanusiaan modern ia menulis karya berjudul Man and Nature: the Spiritual Crisis of Modern Man (1968). Buku ini membahas tentang krisis spiritual manusia modern. Nasr mengatakan salah satu tanda krisis ini adalah cara sewenang-wenang manusia modern dalam memperlakukan lingkungan. Ini juga merupakan peringatan bagi negara-negara berkembang yang berada di bawah ancaman modernisasi dan globalisasi. Nasr mengemukakan konsep Islam bahwa hakikat manusia adalah ciptaan Tuhan. Ia mengajarkan orang-orang untuk menghargai alam semesta sebagai sesama ciptaan Tuhan dan sebagai manifestasi Tuhan. Islam menekankan pentingnya menjaga lingkungan dan menjaga sumber daya alam. Cendekiawan seperti Samira Idllalène mengemukakan bahwa jika para cendekiawan Muslim menjalankan ijtihad/penalaran hukum independen sebagai gagasan untuk mengatasi permasalahan saat ini seperti permasalahan lingkungan hidup, maka Islam dapat memberikan solusi praktis dan komprehensif terhadap banyak tantangan lingkungan hidup yang dihadapi umat manusia saat ini(Bsoul et al., 2022).

Ada dua pendekatan atau strategi dasar dalam menghadapi perubahan iklim: mitigasi dan adaptasi. Pertama, mitigasi adalah mencegah, menghentikan, mengurangi, atau setidaknya membatasi pelepasan emisi gas buang, gas pencemaran udara, dan yang kini sering disebut sebagai “gas rumah kaca” ke atmosfer. Upaya mitigasi yang bertujuan untuk membatasi dan mengurangi emisi GRK dapat dilakukan dengan mengurangi penggunaan sumber daya energi yang banyak menghasilkan emisi CO2 yang dihasilkan dari pembakaran minyak, batu bara, dan gas alam untuk produksi, industri, transportasi, dan kegiatan pembangkit listrik, penerangan gedung, pusat perbelanjaan, jalan, dan kegiatan pembangunan lainnya. Tujuan utamanya adalah untuk menjaga konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer pada tingkat yang tidak mengganggu atau membahayakan sistem iklim bumi (Bsoul et al., 2022). Dalam konteks perubahan iklim, mitigasi diartikan sebagai upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) dan dampak negatif lainnya terhadap lingkungan. Hal ini sejalan dengan ajaran Islam yang mendorong umat untuk bersikap bijaksana dalam menggunakan sumber daya alam dan menjaga keseimbangan (mizan) dalam interaksi dengan alam.

Para Ulama, mengatakan teologi Islam mengajarkan manusia untuk menganggap Tuhan sebagai pencipta dan penguasa alam semesta. Islam berfungsi sebagai pedoman moral dalam perjuangan melindungi lingkungan. Karena sifatnya yang holistik, agama memberikan landasan teologis bagi para aktivis dan masyarakat untuk peduli terhadap alam. Islam merupakan sumber inspirasi yang tiada habisnya untuk mengembangkan hubungan damai antara manusia dan alam. Pada saat yang sama, komunitas keagamaan merupakan sumber daya manusia yang mendorong upaya konservasi. Pandangan dunia mereka didasarkan pada gagasan Sayyed Hossein Nasr bahwa Islam adalah agama yang dapat memberikan landasan teologis dan hukum bagi perlindungan lingkungan hidup Padahal, kata dia, tidak ada kitab suci yang lebih ramah lingkungan dibandingkan Alquran(Sobirin & Khasanah, 2023).

KESIMPULAN

Dari hasil uji kausalitas ditemukan bahwa tidak terdapat hubungan kausalitas antara nilai tambah industry manufaktur, keterbukaan perdagangan dengan emisi karbon. Selain itu variabel konsumsi energy terbarukan dan emisi karbon tidak saling mempengaruhi. Hasil uji kausalitas

juga menunjukkan bahwa secara statistik terdapat hubungan kausalitas timbal balik antara konsumsi energi terbarukan dan keterbukaan perdagangan, namun tidak sebaliknya. Nila tambah industry manufaktur dan keterbukaan perdagangan tidak menunjukkan hal yang sama, yaitu tidak ada hubungan timbal balik di antara keduanya. Hasil estimasi model VECM secara umum menunjukkan bahwa keterbukaan perdagangan memiliki pengaruh jangka panjang. Nilai tambah industry manufaktur dan konsumsi energy terbarukan tidak mempengaruhi emisi karbon dalam jangka panjang yang menunjukkan adanya mekanisme penyesuaian jangka pendek hingga jangka panjang. Sedangkan hasil estimasi variable yang memiliki pengaruh jangka pendek adalah variable nilai tambah industry manufaktur dan konsumsi energy terbarukan.

Istilah fasad fi al-ardh dalam Islam merujuk pada perusakan lingkungan atau kerusakan bumi, yang termasuk emisi karbon yang berkontribusi pada pemanasan global. Al-Qur'an memperingati manusia untuk tidak merusak bumi, dengan contoh emisi karbon sebagai salah satu bentuk kerusakan ekologis akibat aktivitas manusia, terutama sektor industri dan pembakaran bahan bakar fosil. Para cendekiawan Muslim dapat menggunakan penalaran hukum independen (ijtihad) untuk mengatasi masalah lingkungan hidup, sehingga Islam dapat memberikan solusi praktis dan komprehensif. Dengan demikian, Islam menekankan pentingnya menjaga lingkungan dan memberikan solusi praktis untuk mengatasi permasalahan lingkungan hidup melalui prinsip-prinsipnya sendiri serta mendukung strategi mitigasi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Alhamdulillahi Rabbil Aalamin, segala puji syukur kehadirat Allah SWT. Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala nikmat yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan lebih mudah dan lancar. Penelitian ini saya persembahkan untuk keluarga dan orang tua saya, terutama ibu dan ayah saya. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat, meskipun saya tidak dapat menyebutkan satu per satu, yang telah mendorong saya untuk melanjutkan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan kebijakan terkait dengan isu emisi karbon, nilai tambah industry manufaktur, keterbukaan perdagangan, serta konsumsi energy terbarukan.

DAFTAR REFERENSI

Azzahra, M. A. et al. (2021). Kajian Dampak Eksternalitas Negatif Limbah Cair Perusahaan Pabrik Tepung Tapioka Pt Gunung Sugih Sidokerto Lampung Tengah Bagi Masyarakat Ditinjau Dari Perspektif Ekonomi Islam. *SALAM: Islamic Economics Journal*, *5955*, 41–58.

Basuki, A. T., & Prawoto, N. (2022). *Analisis Regresi Dalam Penelitian Ekonomi & Bisnis* (Monalisa (ed.)). PT RajaGrafindo Persada.

Bsoul, L., Omer, A., Kucukalic, L., & Archbold, R. H. (2022). Islam's Perspective on Environmental Sustainability: A Conceptual Analysis. *Social Sciences*, *11*(6). https://doi.org/10.3390/socsci11060228

Erlangga, U. (2024). *Analisis Pengungkapan Emisi Karbon Perusahaan Indonesia*. https://unair.ac.id/analisis-pengungkapan-emisi-karbon-perusahaan-indonesia/

Gershon, O., Asafo, J. K., Nyarko-Asomani, A., & Koranteng, E. F. (2024). Investigating the nexus of energy consumption, economic growth and carbon emissions in selected african countries. *Energy Strategy Reviews*, *51*(November 2023), 101269. https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101269

Gujarati. (2013). *Dasar-dasar Ekonometrika*. Selemba Empat.

Hela, S., & Ekawaty, M. (2024). Pengaruh PDRB Sektor Industri, Transportasi dan Pertanian Terhadap Emisi CO2 Di Peovinsi Jawa Tengah. *Journal Of Development Economic and Social Studies*, *Vol. 3*(2), 522–536. http://dx.doi.org/10.21776/jdess.2024.03.2.15

Hoesada, D. J. (2021). *Teori Akuntansi* (1st ed.). Andi Publisher. https://www.google.co.id/books/edition/Teori_Akuntansi/z_9cEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=menurut+teori+nilai+tambah+industri++adalah&pg=PA473&printsec=frontcover

Kuncoro, M. (2013). *Metode Riset Untuk Bisnis & Ekonomi*. Erlangga.

Lin, S. A. Y. (2014). *Theory and Measurement of Economic Externalities*. Academic Press, INC. (London)LTD. https://books.google.co.id/books?id=aKqjBQAAQBAJ&newbks=0&pg=PA13&dq=on+the+nature+of+externalities&hl=id&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q=on the nature of externalities&f=false

Muhyiddin, N. T., Tarmizi, M. I., & Yulianita, A. (2018). *Metodologi Penelitian Ekonomi dan Sosial: Teori, Konsep, dan Rencana Proposal*. Salemba Empat.

Mursalin, H., Mu'ti, A., & Amirrachman, A. (2024). Perspektif Islam tentang Perubahan Iklim. *Mauriduna: Journal of Islamic Studies*, *5*(1), 39–55. https://doi.org/10.37274/mauriduna.v5i1.1069

Nadeak, S. A. H., & Nasrudin, N. (2023). Pengaruh PDB per Kapita dan Konsumsi Energi terhadap Emisi GRK di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, *23*(2), 128–145. https://doi.org/10.21002/jepi.2023.09

Normasyhuri, K., Habibi, A., & Anggraeni, E. (2022). Fenomena gejolak ekonomi pada sektor perdagangan dan sektor pariwisata: studi perbandingan sebelum dan selama Covid-19. *Jurnal Paradigma Ekonomika*, *17*(1), 181–188. https://doi.org/10.22437/jpe.v17i1.15102

Noviarita, H., Kurniawan, M., & Nurmalia, G. (2021). "Pengelolaan Desa Wisata Dengan Konsep Green Economy Dalam Upaya Meningkatkan Pendapatan Ekonomi Masyarakat Pada Masa Pandemi Covid-19 (Studi Pada Desa Wisata Di Provinsi Lampung Dan Jawa Barat)." *Jurnal Akuntansi Dan Pajak*, *2*(8), 655–659.

Pamungkas, B. N., & Haptari, V. D. (2022). *United Nations Handbook Mengenai Penerapan Pajak Karbon Oleh Negara Berkembang*.

Pratama, A. (2022). Pengaruh Industrialisasi Terhadap Emisi CO2 Di Indonesia. *Jurnal Ecodemica Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Bisnis*, *6*(1), 98–110. https://doi.org/10.31294/eco.v6i1.11726

Prinadi, A. N., Sarungu, J. J., Suryantoro, A., & Gravitiani, E. (2022). *Dampak Pertumbuhan Ekonomi, Nilai Tambah Industri, dan Populasi Terhadap Emisi Karbon Dioksida di Kawasan ASEAN*. *Prosding Nasional 2022*, *2015*, 6–15.

Pusat Badan Statistik (BPS). (n.d.). *Emisi Gas Rumah Kaca menurut Jenis Sektor (ribu ton CO2e)*. https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjA3MiMx/emisi-gas-rumah-kaca-menurut-jenis-sektor--ribu-ton-co2e---2000-2019.html

Putra, A. B., Purwaningsih, F. W., Hikam, A. N., Wau, T., Sleman. (2024). *Pengaruh Keterbukaan Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Kualitas Lingkungan Di Negara G20*. 105–117.

Safutri, D., Mukhzarudfa, & Tiswiyanti, W. (2023). *Pengaruh Pengungkapan Emisi Karbon, Tata Kelola Perusahaan, Dan Kinerja Keuangan: Studi Di Indonesia. Jurnal Akademi Akuntansi*, *6*(2), 273–293. https://doi.org/10.22219/jaa.v6i2.25065

Saidi, K., & Omri, A. (2020). T*he impact of renewable energy on carbon emissions and*

economic growth in 15 major renewable energy-consuming countries. *Environmental Research*, *186*. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935120304606

Salsabila, I., Amalina, N., Wahyudi, H., & Ciptawaty, U. (2023). Pengaruh GDP Per Kapita , dan Konsumsi Energi Terhadap Emisi CO2 di Indonesia. *Journal on Education*, *06*(01), 6508–6517.

Sasana, H., & Aminata, J. (2019). *Energy Subsidy , Energy Consumption , Economic Growth , and Carbon Dioxide Emission : Indonesian Case Studies*. International Journal of Energy Economimics and Policy, *9*(2), 117–122.

Shidarta. (n.d.). Eksternalitas Positif Dan Negatif: December 2019. *Binus University*. https://www.scribd.com/document/621647327/Eksternalitaspositifdannegatif

Siregar, S. W. (2023). *Analisis Pengaruh Keterbukaan Perdagangan , Konsumsi Energi , Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi Karbon Di Negara D-8*. *2*(1), 61–77.

Sobirin, M., & Khasanah, K. (2023). *The pesantren scholars' Fatwa on global warming and climate change: An integrative analysis of Islamic law, theology, and environmental sciences on the practice of multidisciplinary Ijtihad. Cogent Arts and Humanities*, *10*(1). https://doi.org/10.1080/23311983.2023.2193023

Tao, M., Wen, L., Sheng, M. S., Yan, Z. J., & Poletti, S. (2024). Dynamics between energy intensity and carbon emissions: What does the clustering effect of labor and capital play? *Journal of Cleaner Production*, *452*(February), 142223. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142223

Tsandra, N. A., Sunaryo, R. P., Octaviani, D., Ekonomi, F., & Trisakti, U. (2021). *Pengaruh Konsumsi Energi dan Aktivitas Ekonomi Terhadap Emisi CO2 di Negara G20 (The Effect of Energy Consumption and Economic Activity on CO2 Emissions in G20 Countries)*. *10*(2), 69–79.

Wang, Q., & Zhang, F. (2021). The effects of trade openness on decoupling carbon emissions from economic growth e Evidence from 182 countries. *Journal of Cleaner Production*, *279*, 123838. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123838

Zainal Arifin, M. . (2021). Transformasi Ekonomi Berbasis Industri Dengan Energi Terbarukan Menuju Indonesia Yang Lebih Ramah Lingkungan. *Repository.Ummetro.Ac.Id*, *September*, 53–56. https://repository.ummetro.ac.id/files/artikel/3852.pdf