

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

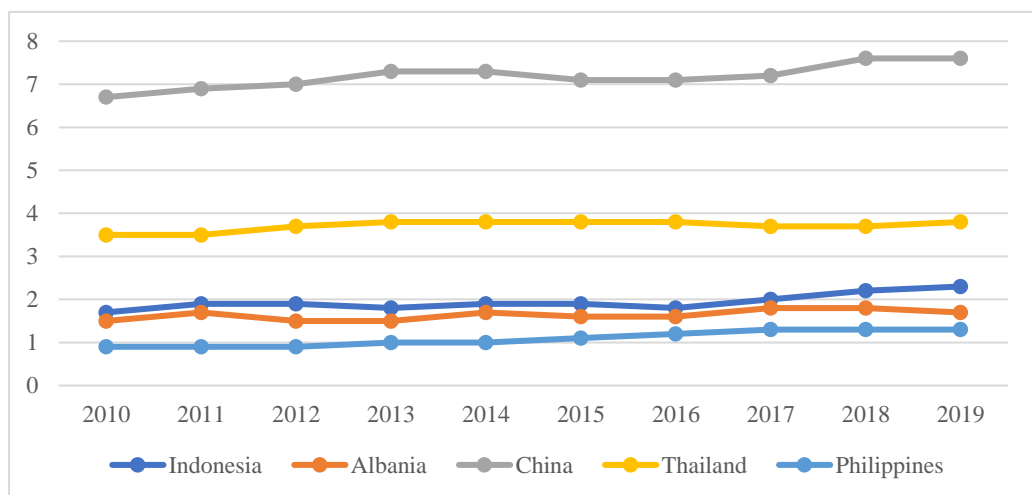
Perubahan iklim akibat meningkatnya tingkat emisi CO₂ telah menjadi masalah lingkungan yang serius dalam beberapa tahun terakhir. Menurut *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC, 2007). Perubahan iklim pada tahun 2007 ditandai oleh variabilitas iklim yang disebabkan secara langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia yang mengakibatkan perubahan komposisi atmosfer global dan variabilitas iklim alami yang teramati dalam kurun waktu tertentu. Perubahan iklim ini terjadi sebagai akibat dari proses konsistensi yang pada akhirnya disebabkan oleh pemanasan global. Semakin tinggi suhu, semakin tinggi risiko bencana. Energi merupakan salah satu kebutuhan utama di berbagai sektor, baik konsumsi maupun produksi.

Pola konsumsi energi di dunia maupun di Indonesia masih didominasi oleh bahan bakar fosil berupa minyak, gas, dan batubara. Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT, 2018), kondisi minyak sudah hampir mencapai batasnya. Sejak tahun 1991, produksi minyak bumi Indonesia terus mengalami penurunan. Pasalnya, produktivitas sumur yang ada semakin menurun dan produksi minyak terus menurun, konsumsi bahan bakar minyak akan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan bertambahnya jumlah sepeda motor dan mobil. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, terlihat bahwa konsumsi energi final di Indonesia berfluktuasi. Industri dan transportasi menjadi penyumbang terbesar bagi 4.444 konsumsi energi di Indonesia. Penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca dunia berasal dari emisi CO₂ (*World Resources Institut*, 2018).

Karena pesatnya kemajuan pembangunan ekonomi global, konsumsi energi dan emisi CO₂ meningkat. Konsumsi energi yang berlebihan menyebabkan polusi udara meluas. Tingkat kontribusi sektor transportasi terhadap polusi udara mencapai 40 hingga 50 persen (*International Energy*

Agency, 2020). Peningkatan jumlah kendaraan merupakan salah satu penyebab utama peningkatan emisi CO₂. Saat ini, hampir 1 miliar kendaraan di seluruh dunia mengonsumsi 13,1 miliar barel bahan bakar minyak per tahun dan mengeluarkan 5,4 miliar ton CO₂ setiap tahunnya (Sang & Bekhet, 2015). Dengan meningkatnya kebutuhan energi dan penggunaan kendaraan bermotor, emisi dari sektor transportasi akan terus meningkat.

Peningkatan emisi CO₂ yang terus meningkat merupakan masalah global yang penting. Oleh karena itu, pengurangan emisi CO₂ khususnya di bidang transportasi harus menjadi agenda negara-negara di dunia, termasuk Indonesia. Industri transportasi Indonesia saat ini merupakan konsumen terbesar produk minyak bumi dan penghasil utama gas rumah kaca. Kegagalan mengambil tindakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar dari sektor transportasi akan mengakibatkan peningkatan yang signifikan, diperkirakan dua kali lipat, dan berdampak pada perubahan iklim. Pada gambar 1 di bawah ini menunjukkan perbandingan emisi CO₂ antara Indonesia dengan Negara berkembang.

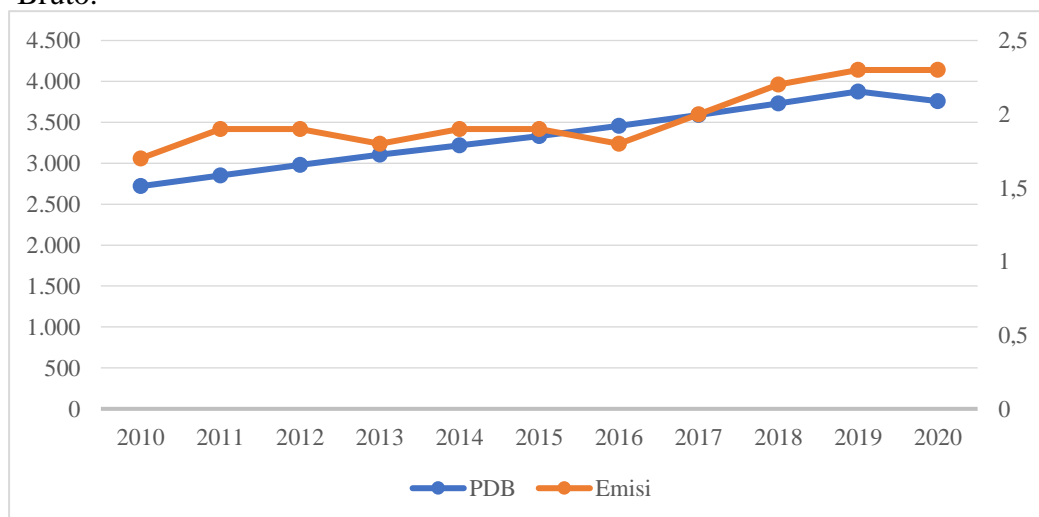


Sumber : Bank Dunia (2010 – 2019)

Gambar 1. Perbandingan emisi CO₂ antara Indonesia dengan Negara berkembang (milyar ton)

Merujuk Gambar 1 menunjukkan bahwa perbandingan emisi CO₂ antara Indonesia dengan negara berkembang lainnya menunjukkan bahwa emisi CO₂ Indonesia dapat melebihi negara berkembang lainnya, meskipun

Indonesia masih lebih rendah dari China dan Thailand. Kecenderungan peningkatan emisi karbon dioksida di Indonesia menimbulkan tantangan besar dan menyebabkan perubahan iklim. Pemerintah Indonesia mengakui perubahan iklim sebagai isu pembangunan ekonomi. Komite Pengurangan CO₂ pemerintah Indonesia menekankan pentingnya peran negara berkembang di dunia melalui pengurangan emisi secara sukarela. Peningkatan emisi CO₂ di Indonesia sejalan dengan pertumbuhan PDB (satuan Milyar Ton). Karena emisi CO₂ diukur sebagai emisi CO₂ per PDB, strategi untuk mengurangi emisi CO₂ adalah dengan meningkatkan PDB secara memadai sambil mempertahankan total emisi dan membatasi peningkatan emisi CO₂. Pada gambar 2 menunjukkan kontribusi emisi CO₂ terhadap Produk Domestik Bruto.



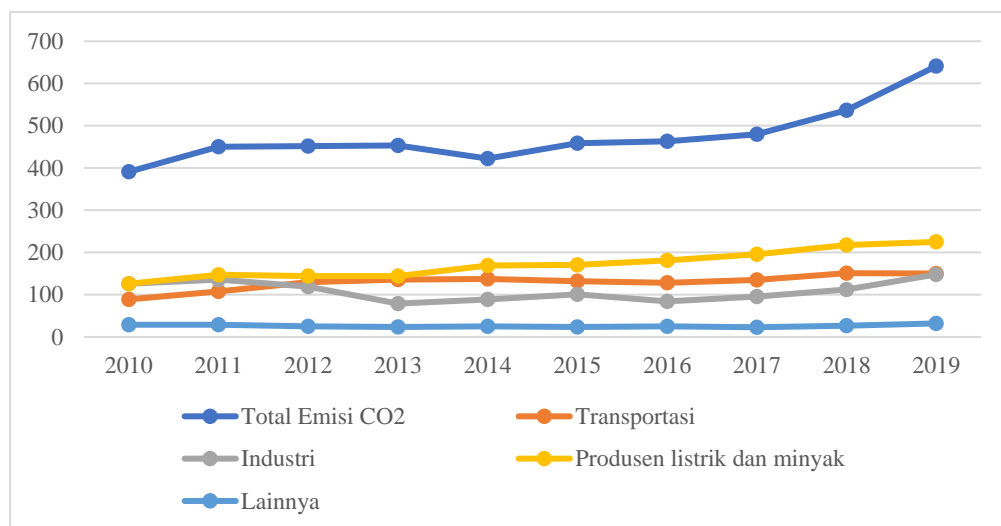
Sumber : *World Bank* (2010-2020)

Gambar 2. Kontribusi emisi CO₂ terhadap Produk Domestik Bruto Tahun 2010 – 2020 (milyar ton)

Merujuk Gambar 2, Kontribusi emisi CO₂ terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) menunjukkan evolusi emisi CO₂ dari tahun 2010 hingga 2020. Peningkatan emisi CO₂ dibarengi dengan peningkatan PDB. Dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi di Indonesia, emisi CO₂ di Indonesia akan meningkat. Oleh karena Indonesia membatasi peningkatan emisi CO₂, Indonesia harus mengambil langkah untuk mengurangi emisi. Bagi beberapa negara, khususnya negara berkembang seperti Indonesia, industrialisasi

menjadi prioritas utama dalam upaya membangun dan memperbaiki keadaan perekonomian negara (Damayanti, 2008). Industri transportasi dianggap sebagai komponen penting dari perekonomian. Konsumsi oleh sektor transportasi dan industri merupakan salah satu penyebab utama emisi CO₂ di Indonesia.

Merujuk gambar 3 di bawah menunjukkan perkembangan emisi CO₂ dari sektor energi menunjukkan bahwa sektor transportasi menjadi salah satu penghasil emisi CO₂ terbesar setelah produsen listrik dan minyak. Emisi CO₂ dari sektor energi seperti industri, transportasi, produsen listrik dan minyak terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2020 sektor energi Indonesia menyumbang 532,2 milyar ton emisi CO₂ (*International Energy Agency, 2020*). Pertumbuhan ekonomi yang semakin meningkat, urbanisasi yang cepat dan meningkatnya pendapatan menyebabkan peningkatan yang cukup pesat dalam permintaan layanan angkutan umum (Kasipillai *et al.*, 2008). Seiring dengan meningkatnya pendapatan masyarakat mereka juga menggunakan transportasi yang lebih cepat.



Sumber : *International Energy Agency, 2010 – 2019*

Gambar 3. Perkembangan Emisi CO₂ dari sektor energi

Upaya penurunan emisi CO₂ akan mempengaruhi pertumbuhan di sektor transportasi yang nantinya berdampak negatif terhadap pertumbuhan ekonomi, namun dengan kemajuan teknologi kendaraan dapat menghambat pertumbuhan emisi CO₂ dan mampu menurunkan tingkat emisi CO₂ dengan

meningkatkan bahan efisiensi bahan bakar yang digunakan tanpa mempengaruhi pertumbuhan ekonomi (Khalid, 2014). Kemungkinan ini sejalan dengan Kurva Kuznets Lingkungan yang menduga hubungan berbentuk U terbalik antara emisi dan kebijakan suatu negara dengan ukuran teknologi (Dinda, 2004).

Gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂), dapat berbahaya bagi pemanasan global dan perubahan iklim. Kedua bentuk ancaman tersebut akan berdampak pada lingkungan, kesehatan dan memperpendek umur manusia. Pemanasan global menyebabkan penipisan lapisan atmosfer dan peningkatan suhu bumi, mempengaruhi peningkatan ketinggian permukaan laut saat air laut mengembang, gletser mencair dan mungkin mempercepat pencairan di Kutub Utara dan Selatan. Jika efek ini terjadi, permukaan bumi diperkirakan akan perlahan menyusut, tenggelamnya pulau-pulau dan terjadinya banjir besar di seluruh dunia (Perserikatan Bangsa – Bangsa, 2022). Selain itu, kenaikan suhu yang terus menerus membuat panas tidak biasa bagi kehidupan manusia, sehingga akan menyulitkan manusia untuk beraktivitas di luar bangunan.

Dampak lainnya adalah meluasnya kebakaran hutan yang menyebabkan krisis pangan akibat gagal panen, peningkatan penyakit tropis, dan penurunan populasi tumbuhan dan hewan karena sulitnya adaptasi (Perserikatan Bangsa - Bangsa, 2022). Dengan demikian, berbagai efek mengancam kelangsungan hidup orang yang layak di masa depan. Dari sisi ekonomi, hal tersebut dapat mengancam akan semakin membebani anggaran publik negara atau daerah dan pada akhirnya mempersulit pelaksanaan berbagai rencana pembangunan berkelanjutan. Kegiatan ekonomi saat ini tidak lepas dari penggunaan sumber daya alam, khususnya sumber daya alam untuk produksi energi. Bisnis dan energi adalah dua hal yang erat kaitannya dalam ekonomi modern saat ini. Energi juga kompleks dan dinamis dalam ekonomi untuk konsumsi domestik dan konsumsi industri di tempat kerja. Selain itu, Stern (2003) menunjukkan bahwa penggunaan atau konsumsi energi merupakan sumber daya untuk mempromosikan industrialisasi ekonomi dan mendapatkan modal untuk

pembangunan yang baik dalam produksi produk komplementer atau substitusi dalam perekonomian. Banyaknya industri yang beroperasi dapat memicu peningkatan polusi udara sehingga dapat mempengaruhi emisi CO₂.

Kajian literatur Pratama (2022) dan Firmansyah (2022) pada penelitiannya tentang pengaruh industrialisasi terhadap emisi CO₂ di Indonesia menemukan bahwa adanya pengaruh yang positif dan signifikan pada variabel industrialisasi terhadap emisi CO₂ di Indonesia. Banyaknya jumlah industri yang beroperasi dapat memicu peningkatan polusi udara sehingga dapat mempengaruhi emisi CO₂. Emisi CO₂ tertinggi yang dihasilkan sektor energi berasal dari sektor industri pada tahun 2012, yaitu sebesar 152 juta ton CO₂. (KESDM, 2012). Candra (2018) menemukan bahwa adanya pengaruh industrialisasi terhadap emisi CO₂ di Indonesia secara negatif dan signifikan.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi emisi CO₂ yaitu luas kawasan hutan. Kawasan hutan didefinisikan sebagai kawasan tertentu yang ditetapkan oleh Menteri untuk dipertahankan sebagai hutan tetap (UU No 5 Tahun 1967). Kajian literatur dari Kurniarahma *et al.*, (2020) menemukan bahwa luas kawasan hutan memiliki pengaruh negatif dan signifikan dalam jangka pendek terhadap emisi CO₂ di Indonesia namun dalam jangka panjang variabel luas kawasan hutan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap emisi CO₂. Luasnya kawasan hutan di Indonesia dapat mengurangi tingkat emisi CO₂ karena dengan semakin luasnya kawasan hutan di Indonesia maka akan semakin banyak tumbuhan yang berpotensi menyerap emisi CO₂ dan menghasilkan oksigen. Pada kajian literatur tersebut juga menemukan bahwa variabel urbanisasi memiliki pengaruh positif dan signifikan dalam jangka pendek namun dalam jangka panjang urbanisasi memiliki pengaruh negatif dan signifikan. Penelitian ini relevan dengan peningkatan urbanisasi dan kebijakan pemerintah dalam aksi mitigasi guna penurunan emisi CO₂.

Faktor lain yang dapat meningkatkan emisi CO₂ adalah Urbanisasi. Urbanisasi adalah perpindahan penduduk dari desa ke kota, sedangkan yang melakukan urbanisasi disebut urbanism. Gejala urbanisasi berawal dari

adanya ketimpangan pemerataan pembangunan antar kawasan perkotaan dan perdesaan. Semakin tinggi pendapatan per kapita maka akan semakin banyak penduduk yang tinggal di perkotaan (Todaro & Smith, 2009). Urbanisasi dapat meningkatkan emisi CO₂ karena banyaknya penduduk yang pindah ke daerah perkotaan dapat meningkatkan kepadatan pada suatu daerah sehingga, dengan padatnya penduduk maka akan semakin banyak kegiatan yang dilakukan seperti pembakaran yang dapat meningkatkan emisi CO₂. Kajian literatur Agung *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa urbanisasi berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi CO₂ dengan menggunakan data dari tahun 2008 hingga 2018. Urbanisasi umumnya tidak dapat dihentikan karena merupakan salah satu faktor pertumbuhan ekonomi yang menyebabkan fenomena urbanisasi terus berlanjut, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rezagha (2020) juga menemukan bahwa adanya pengaruh urbanisasi terhadap emisi CO₂ di Indonesia.

Variabel lain yang dapat mempengaruhi emisi CO₂ yaitu jumlah kendaraan bermotor. Pentingnya lalu lintas dalam pembangunan menjadikan lalu lintas salah satu isu yang perlu mendapat perhatian. Kajian literatur Isnaeni (2019), Nurdjanah (2014) dan Sudarti *et al.*, (2022) menemukan bahwa adanya pengaruh jumlah kendaraan bermotor secara positif dan signifikan sebab banyaknya jumlah kendaraan yang digunakan maka gas buang dari sisa pembakaran mesin akan meningkat sehingga terdapat banyak polusi yang dihasilkan dari kendaraan tersebut yang dapat memicu peningkatan emisi CO₂. Dalam kajiannya Isnaeni (2019) juga menemukan bahwa luas pertanian memiliki pengaruh positif dan signifikan.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi emisi CO₂ Indonesia adalah sektor pertanian. Lahan adalah bagian permukaan bumi sebagai lingkungan fisik yang meliputi semua faktor yang mempengaruhi penggunaannya, seperti ketahanan dan iklim, aspek geologi dan hidrologi yang ditimbulkan oleh pengaruh alam atau manusia. Pengertian lahan tidak hanya mencakup keadaan lahan saat ini, tetapi juga kondisi dan hasil kegiatan manusia di masa lalu yang berdampak signifikan pada saat ini. Kajian literatur dari Isnaeni

(2019) dan Pant (2009) tentang pengaruh luas pertanian terhadap emisi CO₂ untuk menuju ekonomi rendah karbondioksida menemukan bahwa adanya pengaruh luas lahan terhadap emisi CO₂ secara negatif dan signifikan, sebab dengan luasnya lahan pertanian diharapkan mampu menyerap emisi CO₂, dengan banyaknya tumbuhan yang ditanam dapat menghasilkan oksigen dan dapat mengurangi emisi CO₂.

Variabel lain yang dapat mempengaruhi emisi CO₂ yaitu ekspor. Ekspor adalah pengeluaran barang dari daerah pabean Indonesia untuk dikirim ke luar negeri dengan memenuhi ketentuan yang berlaku, khususnya mengenai ketentuan kepabeanan (Tandjung, 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Mahmood *et al.*, (2020) menemukan bahwa adanya pengaruh ekspor terhadap emisi CO₂ di Afrika Utara. Penelitian yang dilakukan oleh Annisa *et al.*, (2022) menemukan bahwa adanya pengaruh positif dan signifikan dari variabel ekspor terhadap emisi CO₂ di Indonesia sebab semakin banyaknya barang yang diekspor maka emisi CO₂ akan meningkat dikarenakan barang yang diekspor akan menjadi barang konsumsi dan negara yang mengekspor menjadi produsen akan barang konsumsi tersebut dengan memproduksi barang konsumsi dapat meningkatkan emisi CO₂.

Hal yang melatarbelakangi penelitian ini adalah tingginya tingkat emisi CO₂ dan masih rendahnya penanganan isu kerusakan lingkungan yang dapat menyebabkan menipisnya lapisan ozon, hasil dari penelitian terdahulu mengenai analisis pengaruh indikator lingkungan, kependudukan dan ekonomi terhadap emisi CO₂ masih terdapat perbedaan atau belum sama. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis pengaruh indikator lingkungan, kependudukan dan ekonomi terhadap emisi CO₂ di Indonesia.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, maka peneliti merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh luas kawasan hutan terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 – 2021 ?

2. Bagaimana pengaruh urbanisasi terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 - 2021 ?
3. Bagaimana pengaruh luas lahan pertanian terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 – 2021 ?
4. Bagaimana pengaruh jumlah kendaraan bermotor terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 - 2021 ?
5. Bagaimana pengaruh industrialisasi terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 - 2021 ?
6. Bagaimana pengaruh ekspor terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 - 2021?

C. Pembatasan Masalah

Objek dalam penelitian ini adalah emisi CO₂ di jalan Indonesia. Penelitian ini berfokus pada luas kawasan hutan, urbanisasi, luas lahan pertanian, jumlah kendaraan bermotor, industrialisasi dan ekspor pada tahun 1990 – 2021.

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, maka tujuan dari penelitian sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh luas kawasan hutan terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 - 2021 .
2. Menganalisis pengaruh urbanisasi terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 - 2021.
3. Menganalisis pengaruh luas lahan pertanian terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 - 2021.
4. Menganalisis pengaruh jumlah kendaraan bermotor terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 - 2021.
5. Menganalisis pengaruh industrialisasi terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 – 2021.
6. Menganalisis pengaruh ekspor terhadap emisi CO₂ di Indonesia tahun 1990 – 2021.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan energi, khususnya teori emisi CO₂. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian dan pengembangan lainnya.

2. Manfaat Praktis

Kajian ini dapat dijadikan acuan untuk melakukan kajian lebih lanjut atau sebagai acuan pengambilan kebijakan oleh pemerintah atau instansi terkait untuk mengatasi masalah emisi gas rumah kaca CO₂.