

Analisis Pengaruh Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi dan Luas Kawasan
Hutan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di 5 Negara Asean: Pendekatan Data Panel

SKRIPSI



Oleh:

Nama : Debita Inandi Mahira
Nomor Mahasiswa : 18313015
Program Studi : Ekonomi Pembangunan

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS BISNIS DAN EKONOMIKA

2022

Analisis Pengaruh Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi dan Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di 5 Negara Asean: Pendekatan Data Panel

SKRIPSI

Disusun dan diajukan untuk memenuhi syarat ujian akhir guna memperoleh gelar

Sarjana jenjang strata I

Program Studi Ekonomi Pembangunan,

pada Fakultas Bisnis dan Ekonomika

Universitas Islam Indonesia

Oleh:

Nama : Debita Inandi Mahira

Nomor Mahasiswa : 18313015

Program Studi : Ekonomi Pembangunan

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS BISNIS DAN EKONOMIKA

2022

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini telah ditulis dengan sungguh-sungguh dan tidak ada bagian yang dapat dikategorikan dalam tindakan plagiasi seperti dimaksud dalam buku pedoman penulisan skripsi Program Studi Ekonomi Pembangunan FBE UII. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 14 Februari 2022

Penulis,



Debita Inandi Mahira

اجتازت باسنادها

PENGESAHAN SKRIPSI

Analisis Pengaruh Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi dan Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di 5 Negara Asean: Pendekatan Data Panel

Nama : Debita Inandi Mahira
Nomor Mahasiswa : 18313015
Program Studi : Ekonomi Pembangunan

Yogyakarta, 12 Februari 2022

Telah disetujui dan disahkan oleh

Dosen Pembimbing,

Disetujui dan disahkan
12 Feb 2022



Drs. Awan Setya Dewantara, M.Ec.Dev.

PENGESAHAN UJIAN

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR /SKRIPSI

SKRIPSI BERJUDUL

ANALISIS PENGARUH KONSUMSI ENERGI, PERTUMBUHAN EKONOMI DAN LUAS KAWASAN HUTAN TERHADAP EMISI GAS RUMAH KACA DI 5 NEGARA ASEAN: PENDEKATAN DATA PANEL

Disusun Oleh : **DEBITA INANDI MAHIRA**
Nomor Mahasiswa : **18313015**

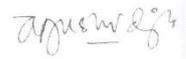
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan dinyatakan **LULUS**

Pada hari, tanggal: **Kamis, 10 Maret 2022**

Penguji/ Pembimbing Skripsi : Awan Setya Dewanta, Drs., M.Ec.Dev.
.....



Penguji : Agus Widarjono, Drs., M.A., Ph.D.
.....



Mengetahui
Dekan Fakultas Bisnis dan Ekonomika
Universitas Islam Indonesia



Prof. Jaka Sriyana, SE., M.Si, Ph.D.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alam, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan segala kemudahan dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orangtua penulis, Bapak Sugiyono dan Ibu Rina Suprapti yang telah berkorban hingga detik ini sehingga penulis mampu menyelesaikan studi di Fakultas Bisnis dan Ekonomika, Universitas Islam Indonesia. Rasa terima kasih yang luar biasa kepada kedua orang tua penulis atas pengorbanan, doa, kasih sayang dan perhatian yang tak ternilai harganya untuk penulis dalam memperjuangkan segala cita-citanya.
2. Teruntuk para dosen ekonomi pembangunan FBE UII yang telah memberikan banyak ilmu dan pembelajaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Teruntuk sahabat-sahabat yang telah mengisi, mewarnai hidup penulis dan memberikan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Fakultas Bisnis dan Ekonomika Universitas Islam Indonesia.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Dengan kerendahan hati, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Swt. Atas segala nikmat, rahmat, kemudahan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi dan Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di 5 Negara ASEAN: Pendekatan Data Panel”. Shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW senantiasa yang menjadi tauladan umat manusia. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana ekonomi di Fakultas Bisnis dan Ekonomika Universitas Islam Indonesia. Tidak dapat disangkal perlu usaha dan kegigihan yang luar biasa dalam menyelesaikan skripsi ini. Namun, karya ini tidak dapat terselesaikan tanpa orang-orang terbaik di sekeliling penulis yang telah memberikan arahan, dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan tugas akhir. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Awan Setya Dewanta, M.Ec.Dev selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan dan dukungan dengan penuh kesabaran. Sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik
2. Bapak Jaka Sriyana, Prof., SE., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Bisnis dan Ekonomika, Universitas Islam Indonesia.
3. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Ekonomi Pembangunan dan Karyawan Fakultas Bisnis dan Ekonomika Universitas Islam Indonesia.
4. Kedua orang tua penulis, Bapak Sugiyono dan Ibu Rina Suprapti, yang sudah memberikan dukungan, perhatian, doa, dan kasih sayang penuh demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Sahabat-sahabat penulis selama kuliah dan seluruh keluarga besar Ilmu Ekonomi maupun kakak-kakak tingkat yang sudah menemani selama berkuliah di FBE UII atas dukungan dan motivasinya hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

6. The Luvly (Vesnio, Aulia), 8/8 (Fitri, Efit, Hasna, Hanny, Diva, Budi, Intan), The Bakwan (Nadine, Selvi, Aya, Asha, Helen, Nadya, Dila), Devi dan Friendchic (Aura, Ece, Arum) yang telah memberikan motivasi, hiburan dan mendengarkan segala keluh kesah penulis.
7. Teman-teman SMP dan SMA terbaik yang telah memberikan dukungan dan menguatkan penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir.
8. Terakhir, untuk seluruh pihak yang belum penulis sebutkan di atas, terima kasih banyak atas keikhlasan dalam mendukung, memberi pengarahan dan motivasi kepada penulis hingga menyelesaikan tugas akhir. Semoga semua pihak yang penulis sebutkan di atas maupun pihak lain mendapatkan berkah dari Allah Swt.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PENGESAHAN UJIAN.....	iv
PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
Abstrak.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II.....	9
KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Kajian Pustaka.....	9
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Teori Gas Rumah Kaca.....	14
2.2.2 Teori Environmental Kuznet Curve (pertumbuhan ekonomi dengan emisi gas CO ₂)	15
2.2.3 Hubungan Konsumsi Energi Fosil dengan emisi gas CO ₂	17
2.2.4 Teori Pengelolaan Ekosistem Hutan (hubungan luas kawasan hutan dengan emisi gas CO ₂).....	18
2.3 Kerangka Pemikiran.....	20
2.4 Hipotesis Penelitian.....	20
BAB III.....	21

METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Jenis dan Pengumpulan data	21
3.2 Definisi Variabel Operasional.....	21
1. Emisi gas rumah kaca (CO ₂)	21
2. Konsumsi energi fosil (EC).....	21
3. Pertumbuhan Ekonomi (GDP per Kapita).....	22
4. Luas Kawasan Hutan (Forest).....	22
3.3 Metode analisis data	22
3.3.1 Model Regresi Data Panel.....	22
3.3.2 Uji Statistik	25
BAB IV.....	27
HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Deskripsi data penelitian.....	27
4.1.1 Konsumsi energi di 5 negara ASEAN tahun 1990-2019.....	27
4.1.2 Pertumbuhan ekonomi di 5 negara ASEAN tahun 1990-2019.....	29
4.1.3 Luas kawasan hutan di 5 negara ASEAN tahun 1990-2019	30
4.2 Uji Data Panel.....	31
4.3 Intercept.....	35
4.4 Pemilihan Model Terbaik	35
4.5 Uji Statistik.....	38
4.6 Pembahasan.....	40
BAB V.....	43
KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 4. 1 Uji Estimasi Common Effect Model.....	32
Tabel 4. 2 Uji Fixed Effect Model	33
Tabel 4. 3 Uji Random Effect Model	34
Tabel 4. 4 Intercept.....	35
Tabel 4. 5 Uji Chow.....	35
Tabel 4. 6 Uji Hausman.....	36
Tabel 4. 7 Hasil Regresi Linier Berganda.....	37
Tabel 4. 8 R Squared.....	38
Tabel 4. 9 Uji F.....	38
Tabel 4. 10 Uji t.....	39

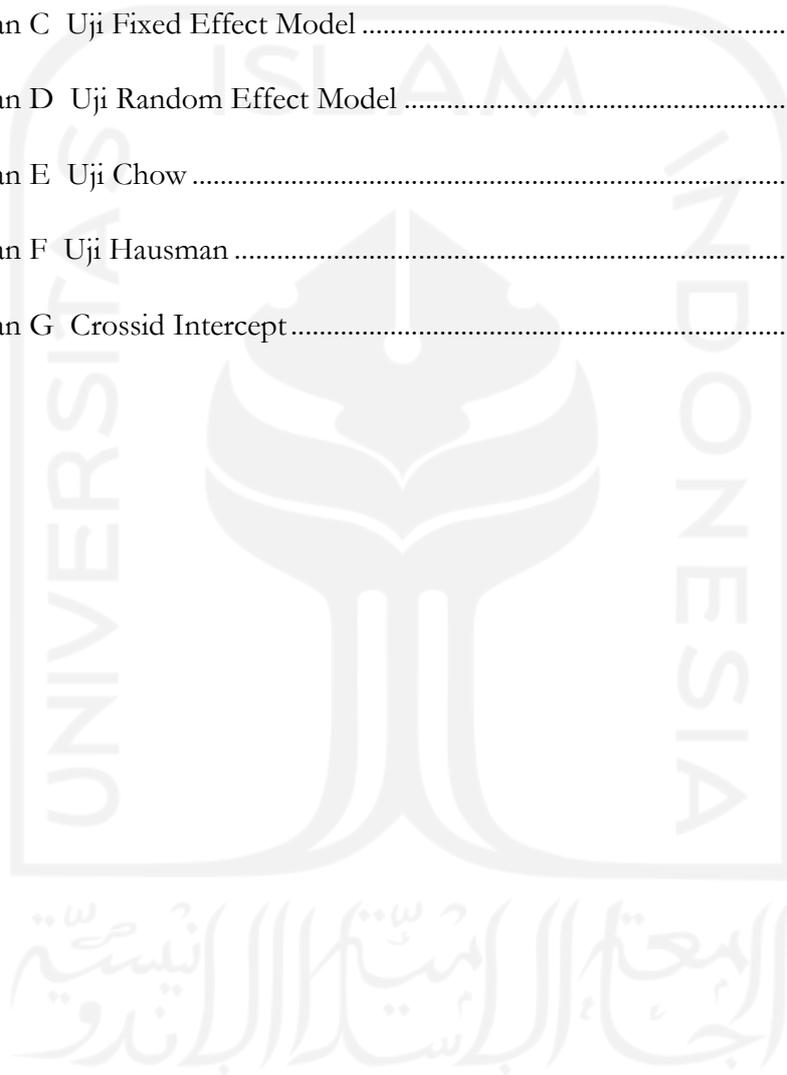
DAFTAR GAMBAR

1. 1 Grafik CO2 Emission	2
2. 1 Environmental Kuznet Curve	16
4. 1 Grafik Fossil Fuel Consumption	28
4. 2 Grafik GDP Per Capita	29
4. 3 Grafik Forest Area.....	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Data penelitian	49
Lampiran B Uji Common Effect Model	55
Lampiran C Uji Fixed Effect Model	56
Lampiran D Uji Random Effect Model	57
Lampiran E Uji Chow	58
Lampiran F Uji Hausman	59
Lampiran G Crossid Intercept	60



Abstrak

Penelitian ini menganalisis tentang pengaruh konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis bagaimana pengaruh konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data panel metode regresi linier berganda dengan menggunakan EViews10. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi energi fosil berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 negara ASEAN. Pada pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 negara ASEAN. Penelitian ini juga menunjukkan hasil bahwa teori EKC berlaku di 5 negara ASEAN (Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapura dan Vietnam).

Kata Kunci: Emisi Gas CO₂, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, Luas Kawasan Hutan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

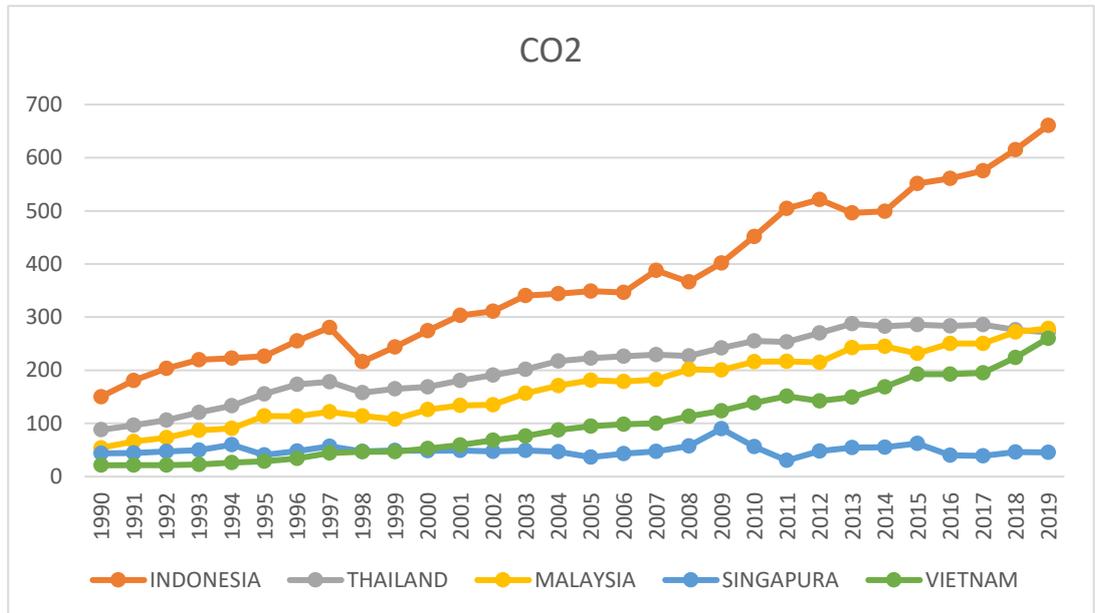
Degradasi lingkungan adalah salah satu bentuk kerusakan lingkungan yang menunjukkan adanya penurunan kualitas lingkungan. Degradasi lingkungan berkaitan dengan peningkatan kegiatan ekonomi yang tidak memperdulikan lingkungan. Degradasi lingkungan merupakan fenomena alam yang menjadi perhatian dunia, karena dampaknya yang besar terhadap perubahan iklim dan pemanasan global. Dalam Santi dan Sasana (2020) saat ini penanganan terhadap penurunan kualitas lingkungan menjadi perhatian yang utama bagi negara-negara ASEAN (Association of Southeast Asian Nation) antara lain Brunei, Myanmar, Singapore, Thailand, Phillippinnes, Laos, Vietnam, Kamboja, Indonesia, dan Malaysia.

Menurut Meltzer (2016) dalam Osobajo, dkk (2020) dampak buruk penurunan kualitas lingkungan dikaitkan dengan kematian lebih dari 150.000 orang setiap tahun. Salah satu bentuk penurunan kualitas lingkungan atau degradasi lingkungan yang dianggap merupakan akibat dari kegiatan ekonomi yang tidak bertanggung jawab terhadap lingkungan adalah emisi gas rumah kaca. Hosain dan Paiva dalam Osobajo, dkk (2020) emisi gas CO₂ menjadi penyebab yang signifikan terhadap perubahan iklim dan pemanasan global.

Peningkatan emisi gas rumah kaca terutama CO₂ di Asia oleh Febriyastuti, dkk (2021) umumnya disebabkan oleh kegiatan ekonomi yang tidak ramah lingkungan. Menurut Stolyarova, konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi merupakan faktor pendorong tingkat CO₂ (Osobajo, dkk 2020). Menurut OECD, dalam Febriyastuti, dkk (2021) ASEAN diduga dapat memberikan kontribusi terhadap tingkat kenaikan emisi gas CO₂ secara global pada tahun 2030. Pada grafik di bawah menggambarkan emisi gas CO₂ di lima negara Asean yaitu Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapura dan

Vietnam yang mengalami pertumbuhan fluktuatif. Hal ini menunjukkan masih terjadinya degradasi lingkungan di lima negara ASEAN tersebut.

Gambar 1.1 Grafik CO2 Emission



Sumber : Our World In Data “CO2 emission” (Data diolah)

Emisi gas CO2 diukur dengan million ton pada 5 negara di ASEAN tahun 1990 hingga 2019 mengalami perkembangan yang fluktuatif. Tingkat emisi gas CO2 di 5 negara ASEAN tersebut yang masih tinggi dilihat dari tahun ke tahun menunjukkan bahwa kualitas lingkungan mengalami penurunan. Dalam Arista dan Amar (2019) emisi gas CO2 di negara ASEAN pada tahun 2010-2014 mengalami pertumbuhan yang fluktuatif dan cenderung meningkat pada tahun 2010-2011, hal ini disebabkan peningkatan permintaan energi fosil. Berdasarkan data pada Our World In Data, emisi gas CO2 di Indonesia dan Vietnam cenderung mengalami peningkatan. Tingkat emisi gas CO2 di Indonesia cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dengan angka yang cukup tinggi. Pada Our World in Data, Indonesia merupakan negara penghasil emisi gas CO2 terbesar di ASEAN. Selain Indonesia, Vietnam juga menunjukkan peningkatan emisi gas CO2 yang cukup tinggi, pada tahun 1990 konsentrasi emisi gas CO2 di Vietnam sebesar 21.31 million t dan pada tahun 2019 sudah mencapai 260.31 million t.

Pada data yang ditunjukkan dalam Our World in Data menunjukkan tingkat emisi gas CO₂ di Malaysia pada tahun 1990 sebanyak 54.27 million t dan pada tahun 2019 sudah mencapai 278.66 million t. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat emisi gas CO₂ di Malaysia mengalami peningkatan yang pesat dan menyumbang emisi gas CO₂ dunia seiring dengan pembangunan di negara tersebut. Pada negara Thailand menunjukkan tingkat emisi gas CO₂ yang lebih rendah, namun tetap mengalami pertambahan hampir setiap tahun. Dalam data tersebut, Singapura adalah salah satu negara dengan tingkat emisi CO₂ yang lebih rendah, namun tetap mengalami peningkatan sejak tahun 2005 hingga tahun 2009. Tingkat emisi gas CO₂ yang masih tinggi di beberapa negara anggota ASEAN tersebut menunjukkan faktor-faktor pendorong emisi masih dijalankan. Salah satu faktor yang diduga dapat meningkatkan emisi gas CO₂ adalah peningkatan pada permintaan penggunaan energi fosil. Dalam Fasikha dan Yuliadi (2018) penyebab utama terjadinya polusi dan kualitas udara yang memburuk adalah sektor energi.

Energi Fosil mencapai sekitar 70% pertumbuhan permintaan energi di dunia. Permintaan energi sangat terasa di negara Asia Tenggara yang menyumbang hingga 8% dari pertumbuhan permintaan energi secara global (Arista & Amar, 2019). Negara ASEAN cukup tinggi pada penggunaan energi dalam pembangunan ekonomi. Kegiatan ekonomi yang menggunakan energi secara tidak wajar secara terus-menerus dapat berdampak pada kerusakan lingkungan secara berkelanjutan. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang tidak tepat akan membawa dampak besar pada lingkungan seperti emisi gas CO₂, polusi udara maupun pemanasan global.

Kontribusi yang paling utama dalam polusi lingkungan adalah penggunaan energi tidak terbarukan. Penggunaan energi terbarukan diperlukan untuk mengurangi polusi udara secara global. Beberapa negara mempunyai peluang dalam memanfaatkan energi terbarukan yang besar. Penggunaan efisiensi energi di negara-negara ASEAN diperlukan dengan meningkatkan penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan. Menurut BASHIR, dkk (2021) konsumsi energi yang tidak terkendali karena kurangnya kebijakan yang

mendukung. Energi tidak terbarukan adalah pendorong utama kerusakan lingkungan (Gessesse dan He, 2020). Konsumsi energi tidak terbarukan dapat menghasilkan emisi karbon dua kali lipat lebih besar dari pertumbuhan ekonomi perkapita. Penggunaan energi memang tidak dapat lepas dari kegiatan ekonomi, namun penggunaan pada energi yang tidak terbarukan secara tidak wajar berdampak pada degradasi lingkungan.

Bahan bakar energi fosil dapat menghasilkan CO₂ ketika mengalami pembakaran dan lepas ke atmosfer. Penggunaan bahan bakar fosil secara terus menerus termasuk dalam kegiatan eksploitasi sumber daya alam dan lingkungan yang tidak bertanggung jawab. Eksploitasi sumber daya alam dan lingkungan yang dilakukan terus-menerus dan tidak bertanggung jawab terhadap lingkungan, dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan sekitar. Kegiatan ekonomi yang menggunakan energi secara tidak wajar dapat berdampak pada kerusakan lingkungan secara berkelanjutan.

Keterkaitan antara pertumbuhan ekonomi dan polusi lingkungan dikenal dengan hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC). Peneliti pertama Grosman & Krueger 1991 dalam Darwanto, dkk (2019) menganalisis hubungan antara emisi gas CO₂ dengan pertumbuhan ekonomi menggunakan konsep dan hipotesis EKC. Dalam penelitian Grossman & Krueger memvalidasi adanya asumsi EKC bahwa terdapat hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan polusi lingkungan. Sektor ekonomi secara total merangsang pencemaran lingkungan. Ekspansi pertumbuhan ekonomi meningkatkan polutan sebelum mencapai tingkat pertumbuhan ekonomi di suatu titik tertentu. Pertumbuhan ekonomi mencakup penggunaan sumber daya alam dan lingkungan.

Dampak dari kegiatan ekonomi yang mencakup penggunaan sumber daya alam dan lingkungan secara tidak wajar, dapat berakibat pada kerusakan lingkungan secara berkelanjutan. Menurut Mardani, dkk (2019) menunjukkan hubungan antara pertumbuhan ekonomi terhadap emisi gas CO₂ yang memberikan gambaran perlu adanya kebijakan-kebijakan lebih lanjut dalam

pengurangan emisi gas CO₂. Pembangunan berkelanjutan merupakan salah satu upaya yang harus dilakukan dalam memitigasi degradasi lingkungan. Beberapa upaya dalam melaksanakan pembangunan berkelanjutan di antaranya adalah penghijauan kembali, penanaman pohon dan perluasan kawasan hutan.

Penerapan sistem pemanfaatan energi dari pembangunan berkelanjutan (sustainability) di beberapa negara belum sepenuhnya terwujud. Pembaruan terhadap energi fosil ini diperlukan dalam pembangunan berkelanjutan karena sumber daya energi ini dapat habis dalam jangka waktu yang akan datang. Sumber energi terbarukan tidak berkontribusi terhadap emisi gas CO₂ yang mencemari lingkungan. Diperlukannya konsumsi energi terbarukan dengan menggunakan sumber-sumber alternatif seperti angin, matahari dan energi pasang surut terdapat pula pada penelitian (Mardani, dkk 2019). Dalam penelitian tersebut merekomendasikan bahan bakar yang ramah terhadap lingkungan dan tidak menimbulkan efek yang mengakibatkan polusi terhadap udara bersih.

Penghentian laju deforestasi dengan menjaga luas kawasan hutan akan sangat membantu dalam pengurangan nilai emisi gas CO₂. Hal ini menunjukkan bahwa hutan memiliki peran yang sangat penting dalam pengurangan tingkat emisi gas CO₂. Dalam penelitian Fauzi (2017), kawasan hutan merupakan salah satu indikator yang dapat membantu pengurangan laju tingkatan emisi gas rumah kaca CO₂ di atmosfer. Akibat kebakaran hutan berpengaruh pada luas kawasan hutan yang semakin berkurang. Luas kawasan hutan merupakan variabel dalam penelitian ini yang diduga mampu membantu pengurangan laju tingkatan emisi gas CO₂ di atmosfer, sehingga perlu diteliti lebih lanjut untuk mengetahui peran hutan dalam memitigasi dampak emisi gas CO₂.

Penulis tertarik dalam memilih variabel konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan di 5 negara ASEAN agar dapat dianalisis pengaruh variabel tersebut dan kontribusinya terhadap emisi gas CO₂ di negara tersebut. Menurut Febriyastuti, dkk (2021), peran dan upaya anggota negara

ASEAN untuk menurunkan tingkat emisi gas CO₂ sangat diperlukan agar dapat memitigasi dampak akibat pemanasan global. Maka dari itu, penulis tertarik untuk meneliti terkait faktor pengaruh dan penghambat emisi rumah kaca CO₂ di beberapa negara ASEAN. Maksud dari penelitian ini nantinya agar negara anggota ASEAN termasuk Indonesia dapat mempertahankan target penurunan emisi gas rumah kaca CO₂ dengan mengupayakan faktor-faktor penghambat emisi gas rumah kaca CO₂. Adanya permasalahan lingkungan emisi gas CO₂ di lima negara Asean ini membuat penulis tertarik untuk melakukan penelitian. Oleh karena itu dalam penelitian ini penulis mengambil judul “Analisis Pengaruh Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, dan Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi Gas Rumah Kaca di 5 Negara Asean: Pendekatan Data Panel”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsumsi energi fosil terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN periode 1990-2019?
2. Bagaimana pengaruh pertumbuhan ekonomi terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN periode 1990-2019?
3. Bagaimana pengaruh luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN periode 1990-2019?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian untuk memperoleh bukti empiris mengenai:

1. Pengaruh konsumsi energi fosil terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN periode 1990-2019.
2. Pengaruh pertumbuhan ekonomi terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN periode 1990-2019.
3. Pengaruh luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN periode 1990-2019.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kegunaan untuk berbagai pihak, antara lain :

1. Dapat memberikan bukti empiris tentang pengaruh konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi, dan luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara Asean.
2. Bagi penulis, penelitian ini dapat menambah referensi di bidang akademisi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan emisi gas rumah kaca.
3. Bagi pemerintah, penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan dalam mengambil kebijakan-kebijakan yang dapat memitigasi peningkatan emisi gas rumah kaca.
4. Bagi masyarakat umum, penelitian ini diharapkan dapat menumbuhkan rasa kepedulian terhadap lingkungan akibat fenomena emisi gas rumah kaca dan hal-hal yang menyebabkan pemanasan global.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I berisikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Pada bab II berisikan kajian pustaka penelitian terdahulu, landasan teori, kerangka pemikiran dan hipotesis penelitian

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab III berisikan jenis dan pengumpulan data, definisi variabel operasional data, metode analisis data dan uji statistik.

BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV berisikan deskripsi data penelitian, uji data, pemilihan model terbaik, uji statistik dan pembahasan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V berisikan kesimpulan dan saran hasil pembahasan sebelumnya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas hubungan konsumsi energi, perekonomian dan luas kawasan hutan terhadap lingkungan. Penelitian Grossman dan Krueger (1991) dalam Darwanto, dkk (2019) merupakan peneliti pertama yang menjelaskan hipotesis EKC yang menunjukkan pengaruh kegiatan ekonomi terhadap lingkungan dengan bentuk kurva U terbalik.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Variabel	Metode	Hasil
1.	Abrham Tezera Gessesse, Ge He (Analysis of carbon dioxide emissions, energy consumption, and economic growth in China (2020))	Emisi karbon dioksida (CO ₂), konsumsi energi (EC) dan produk domestik bruto (PDB)	Menggunakan pendekatan uji batas Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model kointegrasi dan model koreksi kesalahan (ECM)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa EKC ada di Cina. Emisi CO ₂ dipengaruhi oleh konsumsi energi dan berkontribusi dua kali lipat dari PDB.
2.	Rendria Santi, Hadi Sasana (Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk, Foreign Direct Investment (Fdi), Energy Use/Consumption Dan Krisis Ekonomi Terhadap Kualitas Lingkungan Ditinjau Dari Tingkat Carbon Footprint Di Asean 8 (2020))	Carbon Footprint, GDP perkapita, Foreign Direct Investment (FDI), populasi penduduk, dan energy consumption	Regresi data panel	Hasil penelitian menunjukkan bahwa hipotesis EKC terbukti di 8 negara ASEAN (Brunei, Singapore, Indonesia, Thailand, Malaysia, Vietnam, Myanmar dan Philippines). Pada variabel populasi dan konsumsi energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap jejak karbon, sementara Foreign Direct Investment berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap jejak karbon.

3.	Ridwan Fauzi mengenai (Pengaruh Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi dan Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi CO2 di 6 (Enam) Negara Anggota ASEAN : (2017))	emisi CO2, konsumsi energi perkapita, luasan hutan dan pendapatan perkapita.	Metode regresi data panel	Hasil penelitian yang dilakukan Ridwan Fauzi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi, konsumsi energi maupun luas kawasan hutan berpengaruh terhadap emisi CO2. Pada luas kawasan hutan memberikan hasil setiap kenaikan persentase luasan kawasan hutan mampu menurunkan nilai emisi CO2.
4.	Fasikha, Y., & Yuliadi, I (Analisis Pengaruh Perubahan Lingkungan Terhadap Pendapatan Per Kapita di Negara-Negara Asean Periode 2005-2015 (2018))	GDP per kapita, emisi CO2, penggunaan energi, Foreign Direct Investment (FDI) ASEAN	Regresi Data Panel	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada negara-negara ASEAN (Brunei, Myanmar, Philippines, Kamboja, Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, dan Singapore) tahun 2005-2015 terindikasi hipotesis EKC.

5.	Widyawati F, Harianti E, Ginting L, dan Nainggolan F Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Populasi penduduk (kota), keterbukaan perdagangan internasional terhadap emisi (CO ₂) di Negara ASEAN (2021).	Emisi Karbon Dioksida (CO ₂), pertumbuhan ekonomi, Jumlah populasi penduduk kota, dan keterbukaan perdagangan internasional ASEAN	Regresi Linier Data Panel mulai tahun 2000 hingga 2014.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel keterbukaan perdagangan internasional dan variabel pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif signifikan terhadap emisi gas CO ₂ . Pada variabel populasi penduduk kota berpengaruh positif signifikan terhadap emisi gas CO ₂ .
6.	Norimah Rambeli, Dayang Affizzah Awang Marikan, Emilda Hashim Siti Zubaidah Mohd. Ariffin Asmawi Hasyim, Jan M. Podivinsky (The Determinants of Carbon Dioxide Emissions in Malaysia and Singapore (2021))	Emisi karbon dioksida, Produk Domestik Bruto (PDB), keterbukaan perdagangan (OPN), konsumsi energi total (ENC), urbanisasi (URB), dan pembangunan keuangan (FIN).	Metode ARDL linier	Hasil penelitian memvalidasi hipotesis EKC untuk Malaysia dan Singapura. Perkembangan kewangan akan membantu mengurangi tingkat CO ₂ . Dalam penelitian ini, merencanakan kewangan ke arah teknologi hijau untuk pembangunan negara.

7.	Abdul Bashir, Didik Susetyo, Suhel Suhel, Azwardi Azwardi (Relationships between Urbanization, Economic Growth, Energy Consumption, and CO2 Emissions: Empirical Evidence from Indonesia (2021))	Emisi CO ₂ , Urbanisasi, Konsumsi Energi, dan PDB.	Metode Vector Error Correction Model (VECM).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan emisi CO ₂ yang mengungkapkan bahwa hipotesis kuzents curve terbukti di Indonesia.
8.	Rana Muhammad Adeel-Farooq, Jimoh Olajide Raji, dan Bosede Ngozi Adeleye (Economic growth and methane emission: testing the EKC hypothesis in ASEAN economies (2020))	Emisi gas metana, GDP per kapita, penggunaan energi dan perdagangan terbuka.	Menggunakan metode estimasi data panel dinamis yaitu teknik mean group (MG) dan pooled MG (PMG).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa teori hipotesis EKC di negara ASEAN terpilih (Indonesia, Malaysia, Filipina, Singapura, Thailand dan Vietnam) terbukti valid. Pertumbuhan ekonomi menurunkan tingkat emisi CH ₄ dan untuk konsumsi energi memperburuk lingkungan dan meningkatkan emisi CH ₄ di negara tersebut.

9.	Titi Reneri Arista, Syamsul Amar (Analisis Kausalitas Emisi Co2, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, Dan Modal Manusia Di Asean (2019))	Emisi gas CO2, konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi, dan modal manusia.	Dengan menggunakan data panel model vector error corellations (PVECM).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kausalitas antara emisi CO2 dan konsumsi energi. Konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi memiliki hubungan kausalitas. Pertumbuhan ekonomi dan emisi CO2 memiliki kausalitas. Pertumbuhan ekonomi dan modal manusia memiliki hubungan kausalitas searah bahwa pertumbuhan ekonomi dapat mempengaruhi modal manusia, kemudian modal manusia dan emisi CO2 tidak memiliki hubungan kausalitas, dan konsumsi energi dan modal manusia juga tidak terdapat hubungan kausalitas.
10.	Nikensari, S. I., Destilawati, S., & Nurjanah, S. (Studi Environmental Kuznets Curve Di Asia: Sebelum Dan Setelah Millennium Development Goals (2019))	Emisi gas CO2, PDP perkapita, populasi penduduk, dan konsumsi energi	Metode regresi data panel dan expose facto dalam menguji hipotesis EKC	Hasil penelitian menunjukkan bahwa hipotesis EKC di negara Asia yang dipilih pada negara-negara high income hipotesis EKC sampai tahun 2014 belum terbukti, namun hipotesis EKC akan terbukti ketika GDP per kapita sudah mencapai USD 51.44 ribu. Pada negara-negara lower middle income di mana masih dalam tahap awal pembangunan sehingga hipotesis EKC belum terjadi di negara-negara tersebut dan masih membentuk kurva U.

Perbedaan penelitian ini terhadap penelitian-penelitian terdahulu adalah pada penelitian ini menganalisis pengaruh konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 negara ASEAN terpilih (Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapura dan Vietnam)

periode 1990-2019. Penelitian ini sebagai pembaruan data pada penelitian sebelumnya yaitu dari tahun 1990 sampai tahun 2019 dengan rentang waktu 30 tahun. Penulis menentukan periode penelitian dimulai tahun 1990 di mana pada tahun tersebut tingkat emisi gas CO₂ di negara ASEAN sudah mengalami peningkatan, hingga tahun 2019 di mana pada tahun tersebut tingkat emisi gas rumah kaca mencapai rekor tertinggi secara global. Pada penelitian ini pula, penulis menggabungkan beberapa variabel independen dari penelitian terdahulu. Penelitian ini merujuk pada penelitian terdahulu dengan kesamaan menganalisis permasalahan lingkungan yaitu emisi gas rumah kaca CO₂ untuk dapat disimpulkan faktor-faktor pengaruhnya dan saran dalam pengambilan kebijakan untuk menurunkan tingkat emisi gas rumah kaca CO₂ di negara ASEAN.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Teori Gas Rumah Kaca

Harris dan Roach (2021) Gas Rumah kaca (GRK) yaitu gas seperti karbondioksida (CO₂) dan metana (CH₄) yang konsentrasinya mempengaruhi atmosfer dan iklim global dengan menangkap radiasi matahari. Ilmuwan pertama Jean Baptise Fourier pada tahun 1824 menjelaskan di mana atmosfer bumi bertindak seperti kaca di rumah kaca sehingga disebut efek rumah kaca. Sinar matahari masuk melalui kaca rumah kaca yang dapat menghangatkan udara di dalamnya, tetapi kaca menjadi penghalang keluarnya panas.

Peningkatan konsentrasi emisi gas rumah kaca menyebabkan eksternalitas negatif pada lingkungan seperti pemanasan global, peningkatan suhu, perubahan cuaca, curah hujan, frekuensi badai dan perubahan karbon serta siklus air. Efek pemanasan gas rumah kaca ini menghasilkan efek yang kompleks pada iklim dengan pemanasan di beberapa area dan pendinginan di tempat lain. (Harris dan Roach, 2021)

Dalam Harris dan Roach (2021) isu pemanasan gas rumah kaca, menempatkan sistem ekonomi ke dalam konteks ekologi yang lebih kompleks.

Siklus ekologi meliputi siklus karbon (CO₂), di mana tanaman hijau memecah karbon atmosfer dioksida menjadi karbon dan oksigen. CO₂ adalah indikator utama gas rumah kaca yang dapat mengukur total emisi. CO₂ merupakan kontribusi utama terhadap kerusakan lingkungan yang mengakibatkan perubahan iklim dan pemanasan global. Konsentrasi gas rumah kaca akan meningkat dengan jumlah dua kali lipat dari gas CO₂.

Penyebab emisi gas CO₂ ini adalah meningkatnya pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak dan gas alam serta batu bara yang memberikan kontribusi besar. Aspek yang paling merusak iklim dan emisi gas CO₂ adalah sistem manusia dan alam yang tidak terkelola. Emisi gas CO₂ dapat disebabkan oleh kegiatan manusia dan perekonomian yang tidak bertanggung jawab, seperti menimbulkan dampak signifikan serta memberikan ancaman bagi ekosistem global (Harris dan Roach, 2021).

Tindakan pencegahan yang dirancang untuk mengurangi tingkat emisi gas CO₂ adalah:

- a. Mengurangi emisi gas rumah kaca dengan efisiensi energi dan memenuhi permintaan energi dari sumber energi terbarukan.
- b. Meningkatkan penyerapan karbon dengan meningkatkan area hutan sebagai penyerap karbon.
- c. Kegiatan ekonomi yang beralih dari ketergantungan bahan bakar fosil. Emisi gas rumah kaca terkait erat dengan siklus ekonomi yaitu adanya investasi energi terbarukan (matahari dan angin) yang mendominasi kapasitas produksi di mana secara keseluruhan menurunkan emisi gas CO₂.

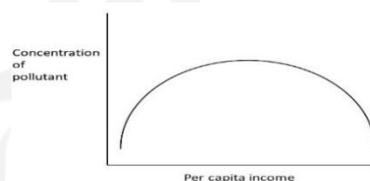
2.2.2 Teori Environmental Kuznet Curve (pertumbuhan ekonomi dengan emisi gas CO₂)

Dalam Harris dan Roach (2021) Teori Environmental Kuznet Curve adalah teori yang menjelaskan bahwa pada suatu negara, dampak lingkungan meningkat pada tahap awal perekonomian tetapi akhirnya dapat menurun pada

tingkat pendapatan tertentu. Hipotesis EKC dicetuskan oleh Simon Kuznets pada tahun 1950an yang merupakan seorang ekonom menjelaskan tentang hubungan antara degradasi lingkungan dan pendapatan per kapita dengan bentuk U terbalik. Peneliti pertama yaitu Grossman & Krueger meneliti hipotesis EKC pada tahun 1991 (Darwanto, dkk 2019). Pada tahap awal pembangunan yang fokus di bidang industrialisasi dan penyerapan tenaga kerja akan menyebabkan emisi polutan meningkat. Namun, setelah mencapai tingkat pendapatan per kapita yang tinggi maka emisi bahan polutan juga menurun pula dikarenakan kegiatan ekonomi fokus mengarah pada perbaikan kualitas lingkungan sehingga membentuk kurva U terbalik menurut Stern (2003) dalam (Arista dan Amar, 2019).

Pertumbuhan ekonomi dengan emisi gas CO₂ juga dijelaskan dalam Environmental Kuznets Curve (EKC). Pada kurva EKC menunjukkan dampak pertumbuhan ekonomi terhadap emisi, namun di lain sisi pertumbuhan ekonomilah yang dapat menurunkan degradasi lingkungan. Dengan pendapatan yang meningkat, masyarakat cenderung menggunakan teknologi yang ramah lingkungan dan pada tahap ini mendukung kelestarian lingkungan.

Gambar 2.1 Environmental Kuznets Curve



Sumber : southernfriedscience

Berdasarkan gambar 2.1 menjelaskan tahapan EKC yang terjadi dalam hubungan pertumbuhan ekonomi terhadap kualitas lingkungan yang dibagi menjadi tiga tahapan yaitu *scale effects*, *structural effects* dan *technological effects* (Darwanto, dkk 2019). Tahap pertama *scale effects* yaitu menunjukkan pertumbuhan ekonomi tahap pertanian menuju industri. Pada tahap awal ini, kerusakan lingkungan mengalami peningkatan karena ditandai dengan rendahnya tingkat teknologi. Masyarakat cenderung tidak memperhatikan

kondisi lingkungan pada tahap tersebut. Pada tahap ini, tingkat polusi udara meningkat karena masyarakat fokus pada pekerjaan daripada lingkungan. Dalam keadaan ini, konsumsi energi fosil lebih banyak digunakan pada produksi sehingga menghasilkan limbah.

Menurut Panayotou, 1993 dalam Nikensari, dkk (2019) tahapan kedua yaitu berupa structural effect dimana terjadi perpindahan struktur ekonomi dari industri yang berat dengan energi menjadi industri dan jasa berbasis teknologi. Kegiatan ekonomi yang tidak bertanggung jawab mulai turun seiring dengan peningkatan kegiatan ekonomi. Pada tahap selanjutnya yaitu tingkat pendapatan yang cenderung tinggi dan teknologi yang tinggi, di mana kesadaran masyarakat terhadap lingkungan mulai meningkat. Pada tahap pendapatan yang tinggi, negara memiliki kemampuan dalam mengeluarkan biaya yang lebih tinggi untuk lingkungan dan produksi barang dengan energi yang lebih ramah lingkungan. Teknologi pada tahap ini juga mengalami peningkatan dan ramah lingkungan. Pada tahap ini pula suatu negara dicerminkan dengan GDP yang tinggi dan memiliki kecukupan dana dalam mengatasi degradasi lingkungan (Nikensari, dkk 2019).

2.2.3 Hubungan Konsumsi Energi Fosil dengan emisi gas CO₂

Dalam Harris dan Roach (2021) energi merupakan input utama dalam sistem ekonomi. Kegiatan ekonomi sangat bergantung dengan bahan bakar fosil yaitu batu bara, gas alam dan minyak yang merupakan sumber energi tidak terbarukan. Konsumsi energi yang bersumber dari bahan bakar fosil menyumbang sebagian besar emisi CO₂. Tingkat konsumsi energi tidak terbarukan meningkat lebih cepat daripada produksi energi itu sendiri dan akan berkontribusi pada emisi CO₂ (Mirzaei dan Bekri, 2017). Penyebab peningkatan permintaan konsumsi energi fosil dikarenakan belum adanya pengganti penggunaan bahan bakar fosil dalam jumlah yang banyak (Zulaicha, dkk 2020). Sumber daya energi fosil ini tidak dapat diperbarui sehingga seiring dengan peningkatan permintaan energi, suatu saat energi tersebut akan habis

Dalam peralihan dari energi fosil menuju energi terbarukan terdapat standar efisiensi ekonomi yaitu peraturan lingkungan yang menetapkan minimum standar efisiensi seperti konsumsi yang jauh dari bahan bakar fosil menuju sumber energi terbarukan (Harris dan Roach, 2021). Peralihan energi bahan bakar fosil diperlukan karena energi tersebut memberikan eksternalitas negatif terhadap lingkungan, dibandingkan dengan energi terbarukan nonfosil yang memberikan keunggulan kompetitif. Energi terbarukan nonfosil tidak menimbulkan kerugian terhadap lingkungan dan tidak berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca CO₂.

2.2.4 Teori Pengelolaan Ekosistem Hutan (hubungan luas kawasan hutan dengan emisi gas CO₂)

Dalam Harris dan Roach (2021) hutan termasuk dalam sistem biologis yang dapat terganggu kualitasnya jika dieksploitasi secara berlebihan. Indikator penting pada hutan adalah nilai penyimpanan karbon hutan yang merupakan salah satu manfaat hutan di mana pepohonan dan tumbuh-tumbuhan menyimpan karbon dioksida (CO₂) di dalam jaringannya atau disebut juga penyerapan karbon. Jika terjadi kebakaran hutan, maka karbon yang telah dikunci oleh hutan akan kembali ke atmosfer sehingga karbon dioksida (CO₂) mempercepat laju pemanasan global. Pengurangan luasan kawasan hutan atau deforestasi dapat mengancam hilangnya keanekaragaman hayati dan meningkatkan emisi gas CO₂.

Penyebab luasan kawasan hutan yang berkurang adalah

- a. Kebutuhan ekonomi yang mendorong permintaan akan kayu dan produksi kayu yang meningkat pada pasar global, sehingga meningkatkan tekanan pada hutan dan mengarah pada kerusakan maupun penurunan luasan kawasan hutan
- b. Kurang ketatnya kebijakan pemerintah yang mengizinkan akses terbuka ke hutan
- c. Tekanan demografis juga berkontribusi terhadap pengurangan luasan kawasan hutan.

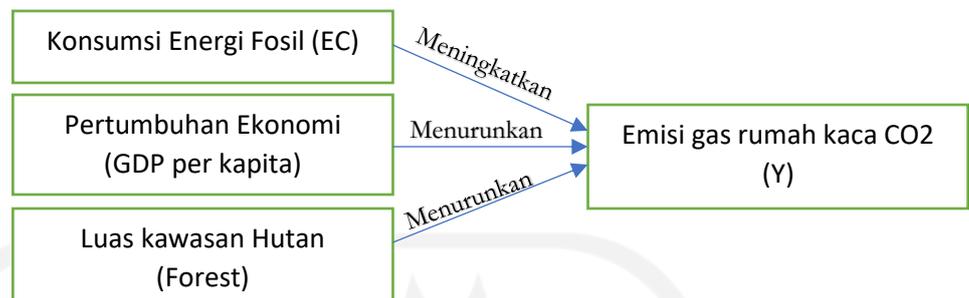
d. Kurangnya pengetahuan pengelolaan hutan

Pemeliharaan hutan atau reboisasi menghasilkan eksternalitas positif bagi lingkungan global. Luas kawasan hutan dapat menyimpan karbon atmosfer sehingga mampu mengurangi konsentrasi karbon dioksida di atmosfer dan penurunan resiko perubahan iklim global. Hutan memiliki nilai yang sangat berharga seperti perlindungan kawasan hutan, nilai rekreasi dan habitat satwa liar. Perhitungan manfaat hutan menunjukkan bahwa upaya pelestarian hutan perlu dilakukan. Dengan demikian, upaya dalam mencegah pengurangan luasan hutan memberikan eksternalitas yang positif dan mampu meredam perubahan iklim. Dalam hal ini deforestasi perlu dihentikan karena industri hutan memberikan manfaat dalam pengurangan emisi gas CO₂. Reboisasi diperlukan dalam menghilangkan karbon emisi gas CO₂ di atmosfer. Peningkatan luasan kawasan hutan dapat meningkatkan penyimpanan karbon sehingga mampu menghilangkan emisi gas CO₂ dari atmosfer bumi (Harris dan Roach, 2021).

Terdapat dua kebijakan dalam pengelolaan hutan lestari untuk pengurangan emisi gas CO₂ dalam teori ekonomi, yaitu:

- a. Pendekatan dari sisi penawaran dengan mempromosikan kehutanan berkelanjutan
- b. Pendekatan dari sisi permintaan dengan mengubah pola konsumsi dengan mengurangi limbah dan melakukan daur ulang demi menjaga lingkungan.

2.3 Kerangka Pemikiran



2.4 Hipotesis Penelitian

H1 = Diduga Konsumsi Energi Fosil berpengaruh positif terhadap emisi gas rumah kaca.

H2 = Diduga Pertumbuhan Ekonomi berpengaruh terhadap emisi gas rumah kaca.

H3 = Diduga Luas Kawasan Hutan berpengaruh negatif terhadap emisi gas rumah kaca.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pengumpulan data

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dan data yang digunakan dalam penelitian data panel yaitu gabungan data time series dan cross section yang didapat dari World Bank dan Our World in Data di lima negara ASEAN (Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapura, dan Vietnam) pada kurun waktu 1990-2019 selama 30 tahun dengan jenis data sekunder. Data sekunder merupakan data yang didapat secara tidak langsung dari sumber-sumber tertulis yang tersedia.

3.2 Definisi Variabel Operasional

Variabel merupakan indikator atau objek yang ditetapkan oleh peneliti untuk diteliti lebih lanjut dan menjadi pembahasan utama dalam sebuah penelitian. Variabel dalam penelitian ini yaitu terdiri dari variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Variabel independen yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan sedangkan variabel dependen yang digunakan adalah emisi gas rumah kaca CO₂. Berikut merupakan rumusan definisi variabel operasionalnya:

1. **Emisi gas rumah kaca (CO₂)** adalah gas terbesar yang dapat meningkatkan dampak buruk gas rumah kaca dan dapat menyebabkan perubahan iklim global (Arista dan Amar, 2019). Emisi gas karbon dioksida (CO₂) adalah gas yang terbentuk melalui berbagai proses pembakaran. Emisi Gas Rumah Kaca ini merupakan pendorong yang paling utama menyebabkan pemanasan global.
2. **Konsumsi energi fosil (EC)** menunjukkan besarnya energi fosil yang dikonsumsi masyarakat suatu negara yang meliputi gas alam, minyak bumi dan batu bara selama periode 1990-2019. Pada penelitian Afriyanti dan Sasana (2020) menunjukkan jumlah energi yang berasal

dari bahan bakar fosil yang dikonsumsi setiap tahun. Energi yang dimaksud adalah total dari konsumsi batu bara, minyak dan gas. Konsumsi energi (EC) ini menunjukkan pada sumber daya energi yang dikonsumsi dalam memenuhi kebutuhan hidup.

3. Pertumbuhan Ekonomi (GDP per Kapita) adalah suatu ukuran yang menunjukkan pendapatan per kapita dan menggambarkan standar hidup suatu negara. Menurut Mankiw (2012), dalam mengukur pertumbuhan ekonomi suatu negara, para ekonom menggunakan indikator angka Gross Domestic Product (GDP) per kapita yang menunjukkan pengukuran pendapatan total perorangan dalam perekonomian.

4. Luas Kawasan Hutan (Forest)

Luas Kawasan hutan adalah total hamparan hutan yang ditumbuhi dengan pepohonan diukur dalam million ha tidak termasuk area perkebunan dan pertanian. Luas kawasan hutan meliputi luasan hutan baik produktif maupun tidak yang berada di 5 wilayah negara ASEAN (Indonesia, Singapura, Malaysia, Vietnam, dan Thailand). Hutan merupakan ekosistem yang didalamnya terdapat makhluk hidup dan berperan penting dalam menjaga kelangsungan hidup.

3.3 Metode analisis data

Dalam mengetahui pengaruh dari konsumsi energi fosil, pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ dilakukan estimasi model ekonometrik dengan persamaan berikut:

3.3.1 Model Regresi Data Panel

$$CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 EC_{it} + \beta_2 GDP_{it} + \beta_3 FOREST_{it} + \varepsilon_{it}$$

Keterangan:

CO₂ = Emisi gas rumah kaca CO₂ (million t)

EC = Konsumsi energi fosil (Twh)

GDP = Pertumbuhan ekonomi dihitung dari pendapatan per kapita
(US \$)

FOREST = Luas kawasan hutan (million ha)

$i = 5$ negara kawasan ASEAN

$t =$ Periode 1990-2019

$\varepsilon =$ error term

Metode dalam data panel regresi linier berganda yang digunakan yaitu dilakukan dengan 3 pendekatan yaitu:

1. Common Effect Model (CEM)

Model common effect merupakan model analisis regresi data panel dengan mengkombinasikan data time series dan data cross section tanpa melihat perbedaan individu dan waktu dengan metode OLS. (Widarjono, 2018:365).

2. Fixed Effect Model (FEM)

Model fixed effect merupakan model analisis regresi data panel yang mengasumsikan adanya perbedaan intersep dengan slope yang tetap sama. Fixed effect ini didasarkan pada perbedaan intersep antara perusahaan namun intersepnya sama antar waktu. Selain itu, model ini juga mengasumsikan bahwa koefisien regresi (slope) tetap antar perusahaan dan antar waktu. (Widarjono, 2018:367-368).

3. Random Effect Model (REM)

Model random effect merupakan model analisis regresi data panel yang menambahkan variabel gangguan (error terms). Dalam model random effect mengestimasi data panel dimana variabel gangguan mungkin saling berhubungan antar waktu dan individu. Model ini sangat relevan jika sampel perusahaan yang diambil adalah random. (Widarjono, 2018:370).

Dalam memilih model terbaik pada regresi data panel dilakukan beberapa pengujian dalam menentukan model yaitu:

1. Pemilihan model terbaik antara common effect dan fixed effect menggunakan Uji Chow, dengan hipotesis

H_0 = model dipilih Common Effect Model (CEM)

H_a = model dipilih Fixed Effect Model (FEM)

Dalam mengambil keputusan untuk memilih model dilihat pada nilai probabilitas cross section F. Jika nilai probabilitas pada Cross-section $F < (\alpha = 0.01)$ maka menolak H_0 , dan H_a diterima dengan model yang dipilih adalah Fixed Effect Model. Namun, jika nilai prob cross section $F > (\alpha = 0.01)$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak dengan model yang dipilih yaitu Common Effect Model. Apabila model terpilih adalah model fixed effect maka perlu diuji pada langkah selanjutnya.

2. Dalam menentukan model terbaik estimasi Fixed Effect Model (FEM) atau model Random Effect (REM) dilakukan dengan hipotesis:

H_0 : Model mengikuti Random Effect Model (REM)

H_a : Model mengikuti Fixed Effect Model (FEM)

Hasil keputusan terhadap hipotesis dilihat dari probabilitas cross section F, jika nilai prob Cross Section Random $< (\alpha=0,01)$ berarti menolak H_0 dan model terbaik yang digunakan adalah Fixed Effect Model. Namun, jika nilai Cross Section $> (\alpha=0,01)$ maka H_0 diterima dan model yang terbaik digunakan adalah Random Effect Model.

3.3.2 Uji Statistik

1. Koefisien Determinasi (R^2)

Pada Uji R^2 jika nilai semakin kecil dan mendekati 0 maka dalam menjelaskan variabel-variabel dependen semakin lemah, tetapi jika nilainya mendekati nilai 1 maka berarti dalam menjelaskan variabel-variabel dependen semakin baik.

2. Uji F statistik

Uji F digunakan dalam melihat signifikansi variabel independen terhadap variabel dependen secara bersama-sama.

H_0 : variabel independen(x) secara bersama-sama tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen(y).

H_a : variabel independen (x) secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen(y).

Jika nilai probabilitas F hitung lebih besar $> \alpha = 0.01$ maka H_0 diterima dan menolak H_a yang berarti variabel independen (x) secara bersama-sama tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen(y) dan sebaliknya.

3. Uji t statistik

Dilakukan untuk melihat signifikansi setiap variabel independen/ variabel bebas terhadap variabel dependen/ variabel terikat.

Variabel konsumsi energi fosil terhadap emisi gas rumah kaca

H_0 = Variabel konsumsi energi fosil tidak berpengaruh terhadap emisi gas rumah kaca.

H_1 = Variabel konsumsi energi fosil berpengaruh positif terhadap emisi gas rumah kaca.

Variabel pertumbuhan ekonomi terhadap emisi gas rumah kaca

H0 = Variabel pertumbuhan ekonomi tidak berpengaruh terhadap emisi gas rumah kaca.

H2 = Variabel pertumbuhan ekonomi berpengaruh terhadap emisi gas rumah kaca.

Variabel luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca.

H0 = Variabel luas kawasan hutan tidak berpengaruh terhadap emisi gas rumah kaca

H3 = Variabel luas kawasan hutan berpengaruh negatif terhadap emisi gas rumah kaca.

Jika nilai t hitung $>$ t kritis maka menolak H0 dan menerima H1 atau nilai probabilitas t hitung $<$ $\alpha = 1\%$ (0.01) maka menolak H0 yang berarti variabel independen mempengaruhi variabel dependen secara signifikan dan sebaliknya.

BAB IV

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi data penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode regresi data panel dan pengolahan data menggunakan EViews10. Dalam menggunakan metode regresi data panel telah ditentukan model terbaik yang perlu digunakan untuk menjawab persoalan penelitian. Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan terhadap emisi gas rumah kaca CO₂ di 5 negara ASEAN periode 1990-2019. Metode yang digunakan dengan data panel yaitu data cross section (5 negara ASEAN) dan data time series (dari tahun 1990-2019). Adapun 5 negara di kawasan ASEAN terdiri dari negara: Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapura, dan Vietnam. Untuk mengetahui pengaruh variabel independen (EC, GDP, FOREST) terhadap variabel dependen emisi gas rumah kaca (CO₂), maka variabel yang digunakan meliputi:

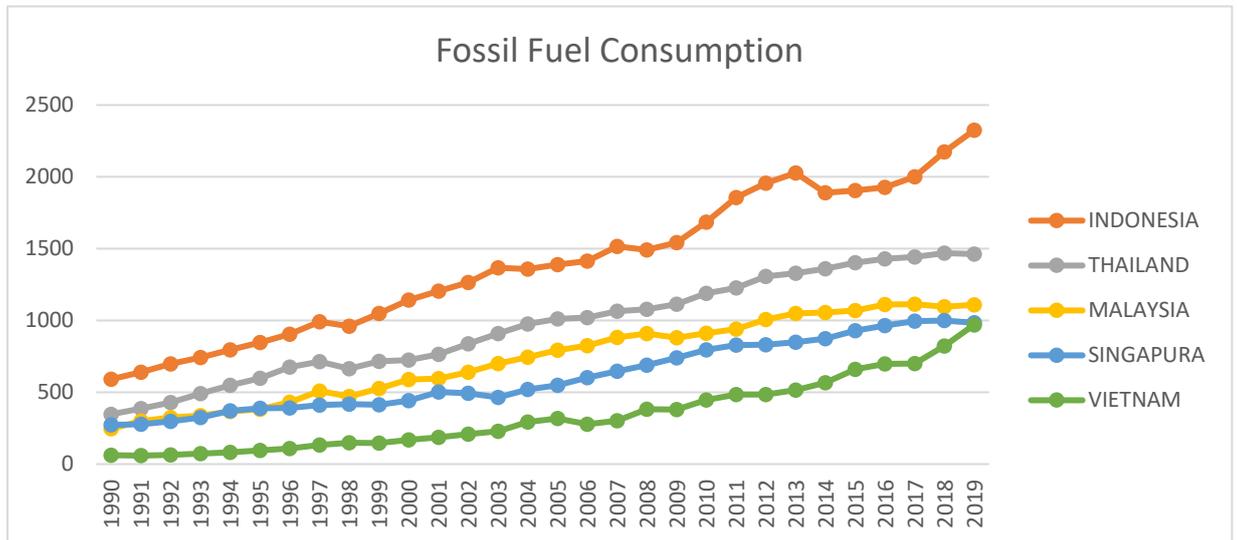
CO ₂	=Emisi gas rumah kaca (million t)
EC	=Konsumsi energi fosil (Twh)
GDP	=Pertumbuhan ekonomi (US \$)
FOREST	=Luas Kawasan Hutan (million ha)

Dengan mengambil data di 5 negara kawasan ASEAN dari tahun 1990-2019 yaitu:

4.1.1 Konsumsi energi di 5 negara ASEAN tahun 1990-2019

Konsumsi energi fosil (EC) adalah penggunaan energi tidak terbarukan yaitu energi fosil guna memenuhi kebutuhan baik jangka pendek maupun panjang. Grafik berikut menunjukkan jumlah konsumsi energi fosil di 5 negara ASEAN:

Gambar 4.1 Grafik Fossil Fuel Consumption



Sumber : Our World In Data (Data diolah)

Berdasarkan grafik tersebut, tingkat konsumsi energi fosil di 5 negara ASEAN cenderung meningkat. Konsumsi energi di Indonesia menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi. Penggunaan konsumsi energi yang belum ramah lingkungan di Indonesia masih menjadi penunjang pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Indonesia masih bergantung pada konsumsi energi fosil yang berasal dari gas alam, minyak bumi dan batu bara. Dalam Alanazi, dkk (2020) konsumsi energi di Indonesia berpengaruh positif terhadap emisi CO₂.

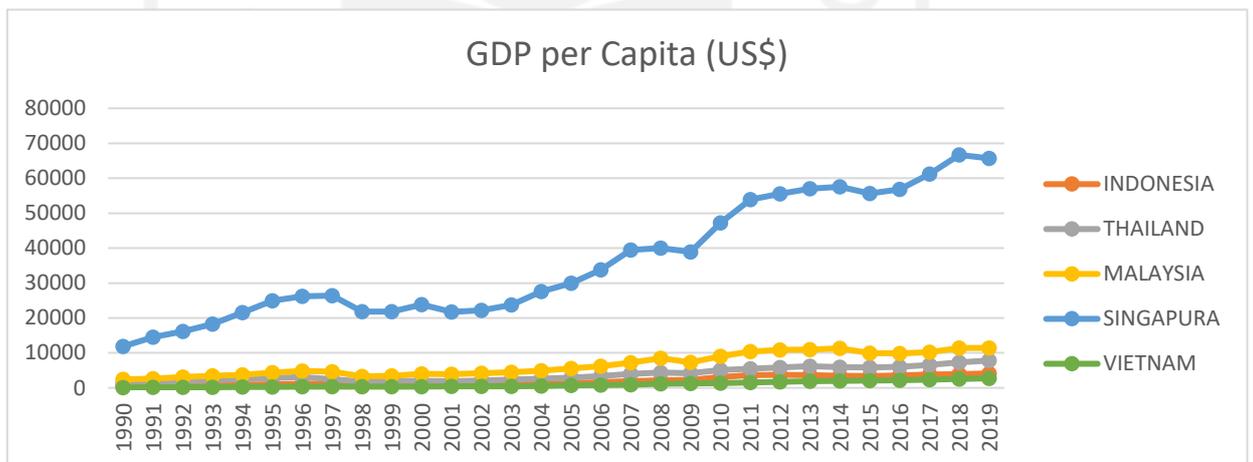
Tingkat konsumsi energi fosil di 5 negara ASEAN cenderung meningkat. Di Vietnam, tingkat konsumsi energi merupakan yang paling rendah dibandingkan 4 negara ASEAN lainnya, namun pada dua tahun terakhir menurut data pada Our World In Data mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pada tahun 2003 sampai tahun 2010 tingkat konsumsi energi fosil di Singapura dan Thailand mengalami kenaikan. Pada negara Malaysia tingkat konsumsi energi menunjukkan pergerakan yang stabil namun tetap lebih tinggi dibandingkan negara Singapura dan Vietnam. SINO, dkk (2020) masyarakat Malaysia menjelang tahun 2050 diprediksi dapat merealisasikan matlamat negara untuk mencapai perekonomian rendah karbon. Beberapa faktor yang

menyebabkan penggunaan energi terbarukan di Indonesia masih sedikit adalah kurangnya dukungan pemerintah dan kurangnya sumber daya manusia dalam mengelola energi terbarukan.

Berdasarkan data pada Our World in Data, energi pengganti terbarukan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan yang belum dikembangkan dengan baik, menjadi penyebab tingkat konsumsi energi fosil masih tinggi di beberapa negara. Pada tahun 2003 sampai tahun 2010 tingkat konsumsi energi fosil di Singapura dan Thailand mengalami kenaikan. Hal ini berarti pembangunan di negara tersebut masih bergantung dengan konsumsi energi fosil.

4.1.2 Pertumbuhan ekonomi di 5 negara ASEAN tahun 1990-2019

Gambar 4.2 Grafik GDP per Capita



Sumber : World Bank (Data diolah)

Pertumbuhan ekonomi di 5 negara ASEAN yaitu Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapura dan Vietnam dilihat dari GDP per kapita pada tahun 1990-2019 mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Negara Singapura adalah negara yang tingkat pertumbuhannya lebih tinggi dari negara ASEAN lainnya dan merupakan negara maju. Dalam Febriyastuti, dkk (2021) tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi menunjukkan kondisi perekonomian yang baik di suatu negara. Tingkat pertumbuhan ekonomi di beberapa negara

ASEAN menunjukkan angka yang tinggi dan diukur dengan US\$ dan menunjukkan trend yang meningkat.

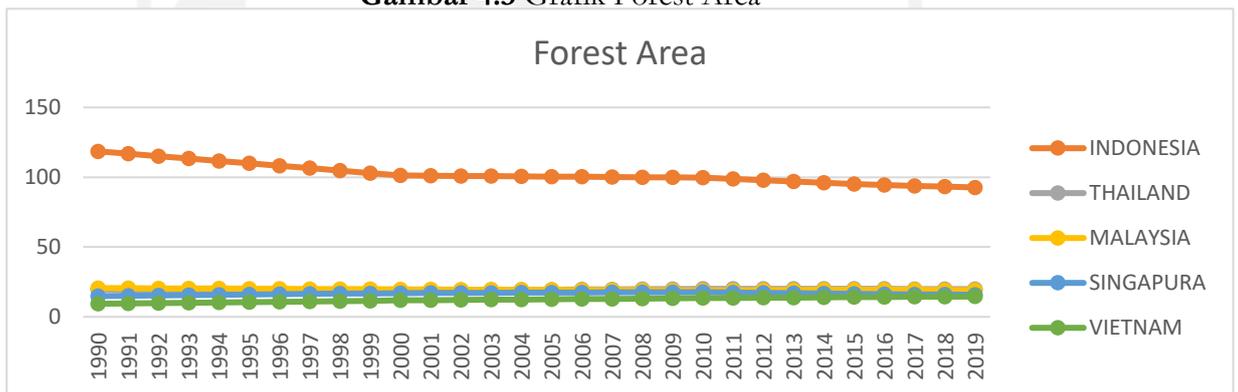
Peran pertumbuhan ekonomi diperlukan dalam menurunkan emisi gas rumah kaca di 5 negara ASEAN. Pertumbuhan ekonomi yang semakin meningkat di suatu negara dengan diikuti pembangunan berkelanjutan yang ramah lingkungan dapat bertanggung jawab atas tingginya tingkat emisi gas rumah kaca. Pertumbuhan ekonomi di negara-negara ASEAN yaitu Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapura dan Vietnam yang bertanggung jawab terhadap lingkungan harus ditunjukkan dengan teknologi ramah lingkungan dan menurunkan tingkat emisi CO₂.

4.1.3 Luas kawasan hutan di 5 negara ASEAN tahun 1990-2019

Luas kawasan hutan adalah hamparan yang berisi satu kesatuan ekosistem dan sumber daya alam hayati yang didominasi oleh pepohonan. Komunitas alam yang berada di dalam hutan tidak dapat dipisahkan satu sama lain, sehingga jika ekosistem hutan terganggu akan mengganggu kesatuan ekosistem yang ada di dalamnya.

Berikut merupakan data luas kawasan hutan di 5 Negara ASEAN :

Gambar 4.3 Grafik Forest Area



Sumber : Our World In Data (Data diolah)

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa luas hutan di Indonesia merupakan yang paling luas dibanding lima negara ASEAN yang lain, akan tetapi tetap mengalami penurunan grafik yang menandakan masih adanya deforestasi di

Indonesia. Di Thailand, Malaysia, Vietnam dan Singapura juga menunjukkan penurunan luas kawasan hutan. Fungsi hutan dalam menyerap CO₂ hingga saat ini belum banyak diketahui. Oleh karena itu perlu upaya dalam penghentian laju deforestasi yang masih terjadi termasuk di Indonesia dan meningkatkan luas kawasan hutan.

Luas kawasan hutan di 5 negara ASEAN yaitu pada negara Indonesia merupakan negara yang memiliki luas kawasan hutan paling besar dibandingkan Singapura, Vietnam, Thailand, Malaysia namun setiap tahunnya tetap mengalami penurunan. Negara Thailand, Singapura, Vietnam dan Malaysia setiap tahun luasan kawasan hutan menunjukkan pergerakan yang stabil. Luas kawasan hutan di 5 negara ASEAN dianalisis dengan upaya dalam mengurangi emisi CO₂ di 5 negara tersebut.

4.2 Uji Data Panel

Model yang digunakan pada penelitian ini adalah metode regresi data panel yang memuat tiga model yaitu :

Model Common Effect (CEM), Model Fixed Effect (FEM), dan Model Random Effect (REM).

1. Common Effect Model (CEM)

Hasil Common Effect Model yang telah diolah menggunakan EViews 10 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Uji Estimasi Common Effect Model

Dependent Variable: CO2
 Method: Panel Least Squares
 Date: 01/26/22 Time: 11:50
 Sample: 1990 2019
 Periods included: 30
 Cross-sections included: 5
 Total panel (balanced) observations: 150

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.721244	4.100979	1.151248	0.2515
EC	0.239641	0.005180	46.25993	0.0000
GDP	-0.003038	0.000138	-22.06466	0.0000
FOREST	0.334713	0.076007	4.403691	0.0000
R-squared	0.968257	Mean dependent var		178.7483
Adjusted R-squared	0.967605	S.D. dependent var		136.3169
S.E. of regression	24.53515	Akaike info criterion		9.264395
Sum squared resid	87888.12	Schwarz criterion		9.344679
Log likelihood	-690.8296	Hannan-Quinn criter.		9.297012
F-statistic	1484.491	Durbin-Watson stat		0.265914
Prob(F-statistic)	0.000000			

Sumber : EViews10, data diolah 2022

2. Fixed Effect Model (FEM)

Hasil Fixed Effect Model yang telah diolah menggunakan EVIEWS 10 adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Uji Fixed Effect Model

Dependent Variable: CO2
 Method: Panel Least Squares
 Date: 01/26/22 Time: 12:46
 Sample: 1990 2019
 Periods included: 30
 Cross-sections included: 5
 Total panel (balanced) observations: 150

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	75.44571	23.83277	3.165629	0.0019
EC	0.247893	0.006755	36.69586	0.0000
GDP	-0.003377	0.000251	-13.46192	0.0000
FOREST	-1.835688	0.617737	-2.971635	0.0035

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.979467	Mean dependent var	178.7483
Adjusted R-squared	0.978455	S.D. dependent var	136.3169
S.E. of regression	20.00879	Akaike info criterion	8.882079
Sum squared resid	56849.93	Schwarz criterion	9.042646
Log likelihood	-658.1559	Hannan-Quinn criter.	8.947312
F-statistic	967.6889	Durbin-Watson stat	0.414639
Prob(F-statistic)	0.000000		

Sumber: Eviews10, data diolah 2022

3. Random Effect Model (REM)

Hasil Random Effect Model yang telah diolah menggunakan EViews10 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Uji Random Effect Model

Dependent Variable: CO2
 Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)
 Date: 01/26/22 Time: 12:48
 Sample: 1990 2019
 Periods included: 30
 Cross-sections included: 5
 Total panel (balanced) observations: 150
 Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.568266	4.951732	0.518660	0.6048
EC	0.251091	0.004696	53.46531	0.0000
GDP	-0.003228	0.000162	-19.92977	0.0000
FOREST	0.183145	0.093315	1.962654	0.0516

Effects Specification		S.D.	Rho
Cross-section random		5.282681	0.0652
Idiosyncratic random		20.00879	0.9348

Weighted Statistics			
R-squared	0.953578	Mean dependent var	101.6672
Adjusted R-squared	0.952625	S.D. dependent var	102.0426
S.E. of regression	22.21049	Sum squared resid	72022.66
F-statistic	999.6964	Durbin-Watson stat	0.326318
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics			
R-squared	0.966911	Mean dependent var	178.7483
Sum squared resid	91615.39	Durbin-Watson stat	0.256532

Sumber: EViews10, data diolah 2022

4.3 Intercept

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Intercept

Negara	Coefficient	Effect	Intercept
Indonesia	75.44571	143.6612	219.11
Thailand	75.44571	-55.83522	19.61
Malaysia	75.44571	-30.59432	44.85
Singapura	75.44571	-24.78941	50.66
Vietnam	75.44571	-32.44222	43.00

Sumber: Pengolahan menggunakan Eviews 10 & Excel

Berdasarkan data yang dihasilkan dari pengujian intercept di atas, apabila emisi gas rumah kaca CO₂ tidak dipengaruhi oleh variabel Konsumsi Energi Fosil (EC), Pertumbuhan Ekonomi (GDP), dan Luas Kawasan Hutan (Forest) maka tingkat emisi gas rumah kaca CO₂ tertinggi berada di Indonesia dengan intercept sebesar 219.11 million t dan emisi gas rumah kaca CO₂ terendah berada di Thailand dengan intercept sebesar 19.61 million t.

4.4 Pemilihan Model Terbaik

1. Dalam memilih model terbaik Common Effect Model (CEM) dan Fixed Effect Model (FEM) penulis melakukan uji chow

Tabel 4.5 Uji Chow

Redundant Fixed Effects Tests
Equation: Untitled
Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	19.381828	(4,142)	0.0000
Cross-section Chi-square	65.347438	4	0.0000

Pada tabel 4.5, nilai probabilitas pada uji chow sebesar 0.000, nilai probabilitas lebih kecil dari pada nilai $\alpha = 0.01$, sehingga dapat disimpulkan menolak H_0 dan menerima H_a . Model terbaik yang dipilih adalah Fixed Effect Model.

2. Dalam memilih model terbaik Fixed Effect Model (FEM) dan Random Effect Model (REM) penulis melakukan uji hausman

Tabel 4.6 Uji Hausman

Correlated Random Effects - Hausman Test
Equation: Untitled
Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	36.898495	3	0.0000

Pada tabel 4.6, nilai probabilitas pada uji hausman sebesar 0.0000, nilai probabilitas lebih kecil dari nilai $\alpha = 0.01$, sehingga dapat disimpulkan menolak H_0 , dan menerima H_a . Model terbaik yang dipilih adalah Fixed Effect Model.

Tabel 4.7 Hasil Regresi Linier Berganda (Fixed Effect Model)

Dependent Variable: CO2

Method: Panel Least Squares

Date: 01/26/22 Time: 12:46

Sample: 1990 2019

Periods included: 30

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 150

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	75.44571	23.83277	3.165629	0.0019
EC	0.247893	0.006755	36.69586	0.0000
GDP	-0.003377	0.000251	-13.46192	0.0000
FOREST	-1.835688	0.617737	-2.971635	0.0035

Effects Specification			
Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.979467	Mean dependent var	178.7483
Adjusted R-squared	0.978455	S.D. dependent var	136.3169
S.E. of regression	20.00879	Akaike info criterion	8.882079
Sum squared resid	56849.93	Schwarz criterion	9.042646
Log likelihood	-658.1559	Hannan-Quinn criter.	8.947312
F-statistic	967.6889	Durbin-Watson stat	0.414639
Prob(F-statistic)	0.000000		

Data yang diolah menggunakan Eviews 10 setelah diolah diperoleh persamaan seperti berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 EC_{it} + \beta_2 GDP_{it} + \beta_3 FOREST_{it}$$

$$= 36.69586 + 0.247893 EC - 0.003377 GDP - 1.835688 FOREST$$

Dari persamaan tersebut menunjukkan bahwa β_0 atau C (koefisien) mempengaruhi gas emisi CO2 sebesar 36.69586. $\beta_1 EC_{it}$ atau variabel konsumsi energi mempengaruhi emisi gas CO2 sebesar 0.247893. Hasil $\beta_2 GDP_{it}$ atau variabel pertumbuhan ekonomi akan mempengaruhi emisi gas CO2 sebesar -0.003377. $\beta_3 FOREST_{it}$ atau variabel luas kawasan hutan akan mempengaruhi gas emisi CO2 sebesar -1.835688.

4.5 Uji Statistik

Koefisien Determinan (R^2)

Tabel 4.8 R-squared

R-squared	0.979467
Adjusted R-squared	0.978455

R Square sebesar 0.979467 dan Adjusted R-Squared sebesar 0.978455 maka disimpulkan bahwa hubungan antara variable konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan terhadap emisi gas CO₂ di 5 Negara Asean pada tahun 1990-2019 sebesar 97,95 % dan sisanya sebesar 100-97,95% =2,05% akan dijelaskan oleh variabel yang tidak ada di dalam penelitian ini.

Uji Hipotesis Statistik F dan Statistik t

Tabel 4.9 Uji Statistik F

F-statistic	967.6889
Prob(F-statistic)	0.000000

Nilai prob Statistik F sebesar 967.6889 dengan nilai probabilitas 0.000 (kurang dari alpha 0.01). Maka, variabel bebas konsumsi energi, pertumbuhan ekonomi dan luas kawasan hutan berpengaruh signifikan dan simultan terhadap variabel terikat yaitu emisi gas rumah kaca CO₂.

Tabel 4.10 Uji t

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	75.44571	23.83277	3.165629	0.0019
EC	0.247893	0.006755	36.69586	0.0000
GDP	-0.003377	0.000251	-13.46192	0.0000
FOREST	-1.835688	0.617737	-2.971635	0.0035

1. Variabel konsumsi energi fosil

Nilai probabilitas 0.0000 artinya nilai tersebut lebih kecil dari signifikansi α 1% (0.01). Maka menolak H0 dan H1 diterima artinya konsumsi energi fosil berpengaruh signifikan terhadap emisi gas rumah kaca CO2. Koefisien konsumsi energi sebesar 0.247893 artinya apabila terdapat kenaikan tingkat EC (konsumsi energi) sebesar 1 Twh maka akan mengakibatkan peningkatan CO2 (emisi gas co2) sebesar 0.247893 % dan sebaliknya. Maka, konsumsi energi fosil berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi gas CO2.

2. Variabel Pertumbuhan ekonomi

Nilai probabilitas 0.0000 artinya nilai tersebut lebih kecil dari signifikansi α 1% (0.01). Maka menolak H0 dan menerima H2 artinya variabel pertumbuhan ekonomi (GDP per capita) berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi gas rumah kaca co2. Koefisien pertumbuhan ekonomi sebesar -0.003377 artinya apabila terdapat kenaikan GDP per kapita sebesar 1 US\$ maka akan mengakibatkan penurunan nilai variabel CO2 (emisi gas co2) sebesar 0.003377 % dan sebaliknya. Maka, pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi gas co2.

3. Variabel Luas Kawasan Hutan

Nilai probabilitas 0.0035 artinya lebih kecil dari signifikansi α 1% (0.01). Maka H0 ditolak dan H3 diterima artinya variabel luas kawasan hutan berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi gas rumah kaca CO2. Koefisien luas kawasan hutan sebesar -1.835688 artinya apabila terdapat kenaikan variabel FOREST (luas kawasan hutan) sebesar 1 million ha maka akan menurunkan nilai variabel

CO₂ (emisi gas co₂) sebesar 1.835688 % dan sebaliknya. Maka, luas kawasan hutan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi gas co₂.

4.6 Pembahasan

Pengaruh Konsumsi Energi dengan Emisi CO₂

Konsumsi energi fosil berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi gas CO₂. Hasil penelitian ini sesuai dengan Osobajo dkk (2020) konsumsi energi mempengaruhi emisi gas CO₂. Dalam Lu (2017) konsumsi energi meningkatkan tingkat emisi gas rumah kaca. Penggunaan konsumsi energi yang belum ramah di 5 negara anggota ASEAN masih menjadi penopang pertumbuhan ekonomi. Dalam Mardani, dkk (2019) menunjukkan hasil bahwa konsumsi energi berpengaruh positif secara signifikan terhadap emisi gas CO₂. Menurut Anser, dkk (2021) penggunaan energi tak terbarukan di negara-negara Asia Selatan menimbulkan degradasi lingkungan yang parah. Pada penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa konsumsi energi tidak terbarukan adalah penentu utama emisi gas CO₂. Dalam Jun, dkk (2021) menjelaskan hasil konsumsi energi yang tidak terbarukan dapat meningkatkan kerusakan pada lingkungan. Dalam penelitian tersebut menunjukkan ketergantungan yang besar pada konsumsi energi fosil yang tidak ramah lingkungan pada kawasan Asia Selatan. Menurut BASHIR, dkk (2021) konsumsi energi yang tidak terkendali karena kurangnya kebijakan yang mendukung.

Beberapa faktor yang menyebabkan penggunaan energi terbarukan di beberapa negara anggota ASEAN masih sedikit adalah kurangnya dukungan pemerintah dan kurangnya sumber daya manusia dalam mengelola penggunaan energi terbarukan. Berdasarkan data pada Our World in Data, tingkat konsumsi energi fosil yang masih tinggi di beberapa negara dapat diakibatkan oleh energi terbarukan yang tidak dikembangkan dengan baik. Hal ini berarti pembangunan 5 negara ASEAN tersebut masih bergantung dengan konsumsi

energi fosil. Dalam penelitian Arista 2019, konsumsi energi mempengaruhi emisi gas CO₂ di negara-negara ASEAN.

Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi terhadap Emisi CO₂

Pertumbuhan ekonomi terhadap emisi gas CO₂ pada penelitian ini berpengaruh negatif dan signifikan. Hal ini sejalan dengan Febriyastuti, dkk (2021) di negara ASEAN (Brunei, Laos, Myanmar, Malaysia, Singapore, Thailand, Philippines, Vietnam, Indonesia, dan Kamboja) tahun 2000-2014 pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi gas karbon dioksida. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangunan ekonomi yang terjadi di periode penelitian pada beberapa negara anggota ASEAN sudah bertanggung jawab terhadap lingkungan. Hasil dalam penelitian ini menarik bahwa peningkatan pertumbuhan ekonomi yang diukur dalam GDP perkapita justru dapat mengurangi tingkat emisi gas CO₂ yang sesuai dengan teori Environmental Kuznet Curve. Pada teori ini menjelaskan bahwa kerusakan lingkungan atau degradasi lingkungan akan meningkat seiring dengan peningkatan GDP perkapita namun pada suatu titik tertentu peningkatan pendapatanlah yang dapat menurunkan tingkat degradasi lingkungan. Semakin pendapatan di suatu negara meningkat, maka akan mampu meningkatkan kualitas lingkungan hidup di mana masyarakat cenderung memilih teknologi yang ramah lingkungan dan mengurangi aktivitas ekonomi yang dapat menyebabkan eksternalitas.

Pertumbuhan ekonomi yang bertanggung jawab di 5 negara ASEAN ini bisa disebabkan karena beberapa hal seperti meningkatnya pendapatan dari sektor perdagangan yang menggunakan teknologi berkelanjutan. Hal ini juga sejalan dengan penemuan Rambeli, dkk (2021) bahwa pada negara Malaysia dan Singapura hipotesis Environmental Kuznets Curve berlaku, di mana pelepasan CO₂ akan meningkat seiring dengan pendapatan negara yang meningkat pula dan pada titik tertentu, setelah melewati titik optimum emisi CO₂ akan menurun. Menurut Fasikha dan Yuliadi (2018) negara-negara di ASEAN seperti Brunei, Kamboja, Malaysia, Myanmar, Filipina, Singapura,

Thailand dan Vietnam pada tahun 2000-2015 terindikasi hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC). Menurut Santi dan Sasana (2020), hipotesis kurva Kuznets lingkungan (EKC) terbukti di 8 negara ASEAN yaitu Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapore, Vietnam, Brunei, Myanmar, dan Philippines. Dalam Adeel-Farooq, dkk (2021) hipotesis EKC di negara-negara ASEAN terbukti valid.

Pengaruh Luas Kawasan Hutan terhadap Emisi CO₂

Luas kawasan hutan pada penelitian ini menunjukkan pengaruh negatif terhadap emisi gas CO₂. Hal ini berarti indikator luas kawasan hutan mampu menurunkan emisi gas CO₂. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Fauzi (2017) kawasan hutan merupakan salah satu indikator yang dapat memitigasi laju peningkatan emisi gas CO₂ di atmosfer. Kemudian, setiap kenaikan persentase luasan kawasan hutan mampu menurunkan nilai emisi gas CO₂. Kawasan hutan pada penelitian ini merupakan variabel yang mampu menurunkan tingkat emisi gas CO₂ di atmosfer. Hasil penelitian juga menunjukkan setiap kenaikan 1 satuan luas kawasan hutan akan menurunkan tingkat emisi gas CO₂. Hal ini perlu dipertahankan untuk menghentikan laju deforestasi yang masih terjadi di mana sektor kehutanan adalah sektor penting dalam memitigasi degradasi lingkungan. Dengan menjaga luas kawasan agar tetap terjaga dan tidak berkurang akan memberikan dampak positif bagi negara-negara di ASEAN. Hal ini juga sejalan dengan Isnaini (2018) menjaga luas kawasan hutan dengan perbaikan tata Kelola hutan dan lahan gambut dapat menurunkan emisi gas rumah kaca.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Variabel Konsumsi Energi Fosil (EC) berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN. Yang berarti ketika konsumsi energi fosil mengalami peningkatan maka emisi gas CO₂ juga akan mengalami peningkatan.
2. Variabel Pertumbuhan Ekonomi (GDP per Capita) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN. Yang berarti ketika pertumbuhan ekonomi mengalami peningkatan maka emisi gas CO₂ mengalami penurunan. Hasil penelitian mendukung teori EKC di 5 negara ASEAN di mana setelah pertumbuhan ekonomi mencapai titik tertentu maka akan mengurangi emisi gas rumah kaca CO₂.
3. Variabel Luas Kawasan Hutan (Forest) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN. Yang berarti ketika luas kawasan hutan mengalami peningkatan maka emisi gas CO₂ mengalami penurunan.
4. Variabel Konsumsi Energi (EC), Pertumbuhan Ekonomi (GDP per Capita) dan Luas Kawasan Hutan (Forest) secara bersama-sama berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat emisi gas rumah kaca di 5 Negara ASEAN.

5.2 Saran

Dari hasil uji dan pembahasan-pembahasan sebelumnya, maka penulis memberikan saran kepada pemerintah untuk tetap memperhatikan dan mempertahankan target penurunan emisi gas rumah kaca CO₂. Berlakunya EKC di 5 negara ASEAN di mana pembangunan ekonomi yang terjadi di periode penelitian pada beberapa negara anggota ASEAN dapat bertanggung

jawab terhadap lingkungan, maka perlu dipertahankan dan meningkatkan kegiatan ekonomi berkelanjutan yang ramah lingkungan agar mampu menurunkan tingkat emisi gas CO₂. Penggunaan energi terbarukan, kegiatan ekonomi yang tetap memperhatikan lingkungan dan menjaga luasan kawasan hutan serta mencegah deforestasi perlu ditingkatkan. Luas kawasan hutan perlu dilestarikan agar manfaatnya terhadap lingkungan tetap terjaga. Pertumbuhan ekonomi di 5 negara ASEAN terpilih yaitu Indonesia, Thailand, Malaysia, Singapura dan Vietnam untuk tahun-tahun yang akan datang diharapkan meminimalkan penggunaan bahan bakar fosil. Negara-negara ASEAN perlu menggunakan energi hijau atau energi yang lebih ramah lingkungan dan mendorong pertumbuhan ekonomi tanpa memberikan dampak pada emisi gas CO₂. Kebijakan tersebut perlu ditetapkan tanpa mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan penggunaan energi di masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeel-Farooq, R. M., Raji, J. O., & Adeleye, B. N. (2021). Economic growth and methane emission: testing the EKC hypothesis in ASEAN economies. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(2), 277–289. <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2020-0149>
- Afriyanti, Y., & Sasana, H. (2020). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan Di Indonesia. *Directory of Economic*, 2(3), 865-884.
- Alanazi, N. D. N., Dmitriy, Z., & Polyakova, A. G. (2020). Estimating the impact of energy consumption on carbon emissions using environmental kuznets curve. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(5), 608–614. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.10244>
- Anser, M. K., Usman, M., Godil, D. I., Shabbir, M. S., Sharif, A., Tabash, M. I., & Lopez, L. B. (2021). Does globalization affect the green economy and environment? The relationship between energy consumption, carbon dioxide emissions, and economic growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(37), 51105–51118. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14243-4>
- Arista, T. R., & Amar, S. (2019). Analisis Kausalitas Emisi Co2, Konsumsi Energi, Pertumbuhan Ekonomi, Dan Modal Manusia Di Asean. *Kajian Ekonomi Dan Pembangunan*, 1(2019), 519–532.
- Bashir, A., Susetyo, D., Suhel, S., & Azwardi, A. (2021). Relationships between Urbanization, Economic Growth, Energy Consumption, and CO2 Emissions: Empirical Evidence from Indonesia. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(2021), 79–90.
- Darwanto, D., Woyanti, N., Budi, S. P., Sasana, H., & Ghozali, I. (2019). The Damaging Growth: An Empiric Evidence Of Environmental Kuznets Curve In Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(5), 339–345. <https://doi.org/10.32479/ijeeep.7816>

- Fasikha, Y., & Yuliadi, I. (2018). Analisis Pengaruh Perubahan Lingkungan terhadap Pendapatan Per Kapita di Negara-Negara ASEAN Periode. In *Journal of Economics Research and Social Sciences*, 2(1), 34-43.
- Fauzi, R. (2017). Pengaruh Konsumsi Energi, Luas Kawasan Hutan Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Emisi Co2 Di 6 (Enam) Negara Anggota Asean: Pendekatan Analisis Data Panel. *Ecolab*, 11(1), 14-26.
- Febriyastuti Widyawati, R., Hariani, E., Lopa Ginting, A., & Nainggolan, E. (2021). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Populasi Penduduk Kota, Keterbukaan Perdagangan Internasional Terhadap Emisi Karbon Dioksida (Co 2) Di Negara Asean, 3(1), 37-47.
- Gessesse, A. T., & He, G. (2020). Analysis of carbon dioxide emissions, energy consumption, and economic growth in China. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 66(4), 183–192. <https://doi.org/10.17221/258/2019-AGRICECON>
- Harris, J. M., & Roach, B. (2021). *Environmental and Natural Resource Economics* (Fifth). New York. Routledge Taylor & Francis Group.
- Isnain, W. (2018). Kebijakan Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca di Sektor Penggunaan Lahan Dan Perubahan Tata Guna Lahan Kehutanan (Lulucf). *Buletin Eboni*, 15(2018), 29–40.
- Jun, W., Mughal, N., Zhao, J., Shabbir, M. S., Niedbala, G., Jain, V., & Anwar, A. (2021). Does globalization matter for environmental degradation? Nexus among energy consumption, economic growth, and carbon dioxide emission. *Energy Policy*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112230>
- Lu, W. (2017). Greenhouse Gas Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis for 16 Asian Countries. *Environmental Research and Public Health*, 14(2017), 1–15.
- Mankiw, N. G. (2012). *Macroeconomics*. Worth Publishers. <https://books.google.co.id/books?id=tH9ptgAACAAJ>

- Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N., & Khoshnoudi, M. (2019). Carbon dioxide (CO₂) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. In *Science of the Total Environment* (Vol. 649, pp. 31–49). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.229>
- Mirzaei, M., & Bekri, M. (2017). Energy consumption and CO₂ emissions in Iran, 2025. *Environmental Research*, 154, 345–351. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.01.023>
- Nikensari, S. I., Destilawati, S., & Nurjanah, S. (2019). Studi Environmental Kuznets Curve Di Asia: Sebelum Dan Setelah Millennium Development Goals. *Ekonomi Dan Pembangunan*, 27(2019), 11–25.
- Osobajo, O. A., Otitoju, A., Otitoju, M. A., & Oke, A. (2020). The impact of energy consumption and economic growth on carbon dioxide emissions. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/SU12197965>
- Our World in Data (2020) Annual CO₂ emissions (million t) Diakses 2 Desember 2021 dari <https://ourworldindata.org/co2-emissions>
- Our World in Data (2020) Forest Area (million ha) Diakses 2 Desember 2021 dari https://ourworldindata.org/grapher/forest-area-km?country=~OWID_WRI
- Our World in Data (2020) Fossil Fuel Consumption (Twh) Diakses 2 Desember 2021 dari <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>
- Rambeli, N., Marikan, D. A. A., Hashim, E., Ariffin, S. Z. M., Hashim, A., & Podivinsky, J. M. (2021). The determinants of carbon dioxide emissions in Malaysia and Singapore. *Jurnal Ekonomi Malaysia*, 55(2), 107–119. <https://doi.org/10.17576/JEM-2021-5502-9>
- Santi, R., & Sasana, H. (2021). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Jumlah Penduduk, Foreign Direct Investment (Fdi), Energy Use/Consumption Dan Krisis Ekonomi Terhadap Kualitas Lingkungan Ditinjau Dari Tingkat Carbon

Footprint Di Asean 8. *Diponegoro Journal Of Economics*, 10(2). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jme>

Southernfriedscience. (2011, 27 November). Do richer nations pollute less? An evaluation of the Kuznets curve. Diakses pada 26 Oktober 2021, dari <https://www.southernfriedscience.com/?s=Environmental+Kuznet+Curve>

Sino, H., Azahari, N. A., Zamani, N., Ishak, A. A., Baba, M. H., Ghani, A. A. A., & Mustapa, M. H. (2020). Kesiapan Dan Potensi Masyarakat Di Malaysia Ke Arah Negara Rendah Karbon. *Malim: Jurnal Pengajian Umum Asia Tenggara (Sea Journal Of General Studies)*, 21(1), 117–125. <https://doi.org/10.17576/malim-2020-2101-09>

Widarjono, Agus. 2018. *Ekonometrika Pengantar dan Aplikasinya*. Yogyakarta. UPP STIM YKPN.

World Bank (2020) GDP Growth (annual %) Diakses 2 Desember 2021 dari <https://data.worldbank.org/indicator>

Zulaicha, A. U., Sasana, H., & Septiani, Y. (2020). Analisis Determinasi Emisi Co2 Di Indonesia Tahun 1990-2018. *Directory Journal of Economic*, 2(2), 487-500.

LAMPIRAN

Emisi gas rumah kaca (CO₂), Konsumsi Energi Fosil (EC), Pertumbuhan Ekonomi, (GDP per Capita), Luas Kawasan Hutan (Forest)

Lampiran A (Data Penelitian)

Negara	Tahun	CO ₂	EC (Fossil Fuel	GDP per	FOREST
		(million t)	Consumption (Twh)	Capita (US\$)	(million ha)
IND	1990	150.28	591	585.077	118.55
IND	1991	180.62	640	631.783	116.82
IND	1992	203.58	698	681.938	115.09
IND	1993	219.76	742	827.905	113.37
IND	1994	222.86	796	912.203	111.64
IND	1995	226.54	847	1026.393	109.91
IND	1996	255.07	904	1137.41	108.19
IND	1997	280.73	991	1063.712	106.46
IND	1998	215.97	959	463.948	104.73
IND	1999	243.95	1049	671.099	103.01
IND	2000	274.73	1142	780.19	101.28
IND	2001	303.34	1204	748.258	101.12
IND	2002	310.82	1264	900.178	100.96
IND	2003	340.44	1367	1065.649	100.79
IND	2004	344.39	1358	1150.261	100.63
IND	2005	348.99	1390	1263.287	100.47
IND	2006	346.71	1414	1589.801	100.31
IND	2007	388.26	1515	1860.003	100.15
IND	2008	366.29	1491	2166.854	99.98
IND	2009	401.96	1543	2261.247	99.82
IND	2010	451.93	1684	3122.363	99.66
IND	2011	504.76	1856	3643.047	98.73

IND	2012	521.53	1955	3694.359	97.81
IND	2013	496.07	2026	3623.927	96.88
IND	2014	498.97	1889	3491.637	95.95
IND	2015	551.48	1904	3331.695	95.03
IND	2016	560.85	1926	3562.816	94.45
IND	2017	575.18	2001	3837.578	93.87
IND	2018	614.88	2173	3893.86	93.29
IND	2019	660.59	2325	4135.202	92.71
THA	1990	87.92	347	1508.942	19.36
THA	1991	96.75	386	1716.415	19.32
THA	1992	105.96	428	1927.883	19.29
THA	1993	120.91	491	2209.363	19.25
THA	1994	133.30	549	2491.428	19.22
THA	1995	155.52	597	2846.587	19.18
THA	1996	173.73	675	3043.98	19.14
THA	1997	178.59	713	2468.185	19.11
THA	1998	158.15	664	1845.829	19.07
THA	1999	164.99	715	2033.258	19.03
THA	2000	168.80	725	2007.735	19
THA	2001	180.71	764	1893.264	19.11
THA	2002	190.81	838	2096.188	19.21
THA	2003	201.99	909	2359.117	19.32
THA	2004	217.17	976	2660.127	19.43
THA	2005	222.99	1011	2894.063	19.54
THA	2006	226.33	1020	3369.543	19.64
THA	2007	229.41	1065	3973.017	19.75
THA	2008	226.87	1078	4379.659	19.86
THA	2009	242.27	1114	4213.007	19.97
THA	2010	255.40	1188	5076.34	20.07
THA	2011	253.61	1226	5492.121	20.07
THA	2012	270.27	1307	5860.581	20.07

THA	2013	287.60	1329	6168.261	20.07
THA	2014	282.65	1360	5951.883	20.06
THA	2015	285.69	1403	5840.053	20.06
THA	2016	283.43	1429	5993.306	20.02
THA	2017	285.96	1443	6593.818	19.99
THA	2018	276.18	1469	7296.88	19.95
THA	2019	271.62	1463	7817.01	19.91
MLY	1990	54.27	246	2441.742	20.62
MLY	1991	65.79	299	2653.526	20.53
MLY	1992	72.96	325	3113.646	20.43
MLY	1993	86.72	338	3433.163	20.34
MLY	1994	90.63	366	3728.11	20.25
MLY	1995	113.93	383	4329.708	20.15
MLY	1996	113.44	432	4798.612	20.06
MLY	1997	122.08	508	4637.866	19.97
MLY	1998	114.24	470	3263.335	19.88
MLY	1999	108.29	526	3492.67	19.78
MLY	2000	126.20	589	4043.663	19.69
MLY	2001	133.99	596	3913.429	19.62
MLY	2002	135.12	641	4165.726	19.54
MLY	2003	156.52	699	4461.847	19.47
MLY	2004	171.10	745	4952.214	19.39
MLY	2005	181.33	794	5587.025	19.32
MLY	2006	178.79	825	6209.126	19.25
MLY	2007	182.46	882	7243.457	19.17
MLY	2008	201.99	909	8474.588	19.1
MLY	2009	200.71	881	7292.495	19.02
MLY	2010	215.94	911	9040.568	18.95
MLY	2011	216.99	939	10399.37	19.05
MLY	2012	215.21	1007	10817.432	19.15
MLY	2013	242.49	1048	10970.104	19.26

MLY	2014	244.83	1055	11319.062	19.36
MLY	2015	231.84	1068	9955.243	19.46
MLY	2016	250.56	1111	9817.787	19.39
MLY	2017	250.56	1113	10259.305	19.32
MLY	2018	272.23	1095	11380.082	19.25
MLY	2019	278.66	1108	11432.823	19.18
SNG	1990	43.54	273	11861.756	14.827
SNG	1991	44.24	278	14502.38	15.046
SNG	1992	47.44	298	16135.914	15.264
SNG	1993	49.66	325	18290.028	15.483
SNG	1994	60.09	372	21553.031	15.702
SNG	1995	40.55	388	24914.411	15.92
SNG	1996	48.01	392	26233.629	16.139
SNG	1997	56.74	412	26375.972	16.358
SNG	1998	47.41	418	21829.3	16.576
SNG	1999	49.20	414	21796.084	16.795
SNG	2000	48.39	442	23852.327	17.014
SNG	2001	49.20	502	21700.02	17.086
SNG	2002	47.09	493	22159.689	17.159
SNG	2003	49.44	465	23730.152	17.232
SNG	2004	46.86	521	27608.537	17.304
SNG	2005	36.47	548	29961.263	17.377
SNG	2006	43.04	603	33769.154	17.45
SNG	2007	47.52	647	39432.938	17.522
SNG	2008	57.57	689	40007.469	17.595
SNG	2009	90.10	741	38927.207	17.668
SNG	2010	56.62	796	47236.96	17.74
SNG	2011	30.27	828	53890.429	17.487
SNG	2012	48.14	831	55546.489	17.233
SNG	2013	54.37	849	56967.426	16.979
SNG	2014	55.21	874	57562.531	16.725

SNG	2015	62.13	929	55646.619	16.471
SNG	2016	40.27	964	56848.175	16.291
SNG	2017	39.07	995	61176.456	16.111
SNG	2018	46.00	999	66679.046	15.931
SNG	2019	45.71	984	65640.708	15.75
VIE	1990	21.30	61	95.188	9.38
VIE	1991	21.38	59	138.447	9.62
VIE	1992	21.47	64	139.2	9.86
VIE	1993	22.85	74	182.308	10.1
VIE	1994	26.17	82	221.129	10.34
VIE	1995	28.70	95	276.813	10.58
VIE	1996	34.21	109	324.147	10.82
VIE	1997	44.52	133	348.017	11.06
VIE	1998	46.79	148	348.324	11.3
VIE	1999	46.89	146	362.92	11.54
VIE	2000	52.60	169	390.093	11.78
VIE	2001	59.65	187	404.808	11.94
VIE	2002	68.50	209	430.053	12.1
VIE	2003	76.05	228	480.58	12.27
VIE	2004	87.74	294	546.91	12.43
VIE	2005	94.69	318	687.48	12.59
VIE	2006	98.63	278	784.372	12.75
VIE	2007	100.36	302	906.284	12.91
VIE	2008	113.33	381	1149.424	13.07
VIE	2009	123.44	379	1217.269	13.23
VIE	2010	138.59	446	1317.891	13.39
VIE	2011	151.23	485	1525.119	13.52
VIE	2012	142.55	484	1735.152	13.66
VIE	2013	149.22	515	1886.69	13.79
VIE	2014	169.01	567	2030.278	13.93
VIE	2015	193.00	659	2085.101	14.06

VIE	2016	192.77	697	2192.174	14.18
VIE	2017	195.25	699	2365.522	14.29
VIE	2018	223.72	822	2566.447	14.41
VIE	2019	260.31	970	2715.276	14.53

*Keterangan : IND (Indonesia), THA (Thailand), MLY (Malaysia), SNG (Singapura),
VIE (Vietnam).



Lampiran B Uji Common Effect

Dependent Variable: CO2

Method: Panel Least Squares

Date: 01/26/22 Time: 11:50

Sample: 1990 2019

Periods included: 30

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 150

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.721244	4.100979	1.151248	0.2515
EC	0.239641	0.005180	46.25993	0.0000
GDP	-0.003038	0.000138	-22.06466	0.0000
FOREST	0.334713	0.076007	4.403691	0.0000
R-squared	0.968257	Mean dependent var		178.7483
Adjusted R-squared	0.967605	S.D. dependent var		136.3169
S.E. of regression	24.53515	Akaike info criterion		9.264395
Sum squared resid	87888.12	Schwarz criterion		9.344679
Log likelihood	-690.8296	Hannan-Quinn criter.		9.297012
F-statistic	1484.491	Durbin-Watson stat		0.265914
Prob(F-statistic)	0.000000			

Lampiran C Uji Fixed Effect Model

Dependent Variable: CO2

Method: Panel Least Squares

Date: 01/26/22 Time: 12:46

Sample: 1990 2019

Periods included: 30

Cross-sections included: 5

Total panel (balanced) observations: 150

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	75.44571	23.83277	3.165629	0.0019
EC	0.247893	0.006755	36.69586	0.0000
GDP	-0.003377	0.000251	-13.46192	0.0000
FOREST	-1.835688	0.617737	-2.971635	0.0035

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.979467	Mean dependent var	178.7483
Adjusted R-squared	0.978455	S.D. dependent var	136.3169
S.E. of regression	20.00879	Akaike info criterion	8.882079
Sum squared resid	56849.93	Schwarz criterion	9.042646
Log likelihood	-658.1559	Hannan-Quinn criter.	8.947312
F-statistic	967.6889	Durbin-Watson stat	0.414639
Prob(F-statistic)	0.000000		

Lampiran D Uji Random Effect Model

Dependent Variable: CO2
 Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)
 Date: 01/26/22 Time: 12:48
 Sample: 1990 2019
 Periods included: 30
 Cross-sections included: 5
 Total panel (balanced) observations: 150
 Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.568266	4.951732	0.518660	0.6048
EC	0.251091	0.004696	53.46531	0.0000
GDP	-0.003228	0.000162	-19.92977	0.0000
FOREST	0.183145	0.093315	1.962654	0.0516

Effects Specification		S.D.	Rho
Cross-section random		5.282681	0.0652
Idiosyncratic random		20.00879	0.9348

Weighted Statistics			
R-squared	0.953578	Mean dependent var	101.6672
Adjusted R-squared	0.952625	S.D. dependent var	102.0426
S.E. of regression	22.21049	Sum squared resid	72022.66
F-statistic	999.6964	Durbin-Watson stat	0.326318
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics			
R-squared	0.966911	Mean dependent var	178.7483
Sum squared resid	91615.39	Durbin-Watson stat	0.256532

Lampiran E Uji Chow

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	19.381828	(4,142)	0.0000
Cross-section Chi-square	65.347438	4	0.0000



Lampiran F Uji Hausman

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	36.898495	3	0.0000



Lampiran G Crossid Intercept

Negara	Coefficient	Effect	Intercept
Indonesia	75.44571	143.6612	219.11
Thailand	75.44571	-55.83522	19.61
Malaysia	75.44571	-30.59432	44.85
Singapura	75.44571	-24.78941	50.66
Vietnam	75.44571	-32.44222	43.00

