

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Deskriptif

5.1.1 Analisis Emisi Karbon di ASEAN 6

Emisi karbon terabsorpsi di atmosfer menimbulkan efek gas rumah kaca. Bahan bakar fosil menjadi sumber utama emisi karbon karena membutuhkan waktu lama bagi negara – negara untuk bisa beralih ke sumber energi terbarukan. ASEAN merupakan kawasan yang masih bergantung pada bahan bakar fosil sebagai energi utama. Diperkirakan, tiga perempat dari peningkatan permintaan energi hingga tahun 2030 akan dipenuhi oleh bahan bakar fosil yang menyebabkan peningkatan emisi CO₂ hampir 35% (IEA,2022).

Tabel 5.1 Perkembangan Emisi Karbon 6 Negara ASEAN

Tahun	Emisi Karbon (%)						
	Filipina	Thailand	Indonesia	Singapura	Malaysia	Vietnam	Rata - rata
2005	1.97	4.05	0.26	-6.86	5.77	8.6	2.30
2006	-9.03	1.16	6.52	0.54	3.98	2.7	0.98
2007	5.69	3.2	4.25	3.19	9.11	10.82	6.04
2008	2.44	0.85	-1.01	0.36	6.85	11.83	3.55
2009	1.7	-3.86	3.97	1.06	-10.36	12.5	0.84
2010	7.33	7.07	6.25	9.22	10.13	5.49	7.58
2011	0.76	-0.74	14.5	5.54	1.26	9.31	5.11
2012	4.38	7.24	1.25	-2.4	1.48	-5.42	1.09
2013	10.83	3.27	-6.93	0.5	8.6	4.96	3.54
2014	6.61	-1.24	8.08	1.109	5.9	20.07	6.75
2015	9	2.86	0.91	2.32	-0.01	18.48	5.59
2016	8.92	-0.34	-1.03	-1.01	-1.93	3.59	1.37
2017	10.39	-0.29	6.49	5.23	-2.83	2.88	3.65
2018	4.24	-0.99	10.2	-4.46	7.26	12.22	4.75
2019	4.85	3.77	6.56	-0.108	1.42	32.61	8.18
2020	-8.5	-3.27	-6.95	-3.22	0.1	6.3	-2.59
2021	6.95	0.65	9.36	27.74	13.75	-2.96	9.25
2022	5.35	1.32	18.34	-4.62	4.37	-2.53	3.71
Rata - rata	4.10	1.37	4.50	1.90	3.60	8.41	3.98

Sumber : *World Bank*, 2024

Berdasarkan Tabel 5.1 menunjukkan perkembangan emisi karbon yang fluktuatif di ASEAN 6 selama periode 2005 – 2022. Rata – rata keseluruhan pertumbuhan emisi karbon ASEAN 6 tercatat sebesar 3,98%. Analisis data mengindikasikan bahwa tiga negara menunjukkan pertumbuhan emisi karbon diatas rata-rata yaitu Vietnam (8,41%), Indonesia (4,5%) dan Filipina (4,1%). Hal ini mengartikan bahwa Indonesia, Vietnam, dan Filipina mengalami kecenderungan peningkatan emisi karbon. Ketika semakin meningkatnya emisi karbon maka terdapat semakin banyak kegiatan yang merusak lingkungan. Sementara itu, tiga negara lainnya mencatatkan pertumbuhan dibawah rata-rata regional yaitu Malaysia, Thailand, dan Singapura dengan persentase masing – masing 3,6%, 1,37%, dan 1,9%. Hal ini dapat menandakan bahwa implementasi kebijakan pada 3 negara tersebut dalam mitigasi emisi karbon yang relatif lebih efektif salah satunya melalui impor teknologi yang lebih bersih dan regulasi yang tidak rumit dan lebih ketat sehingga aktivitas perusahaan dibatasi dengan standar emisi yang berlaku di negara tersebut.

Analisis lebih lanjut, Vietnam menunjukkan fluktuasi yang signifikan dengan peningkatan tertinggi pada tahun 2019 sebesar 32,41%, namun mengalami penurunan hingga tahun 2022 sebesar -2,96% dengan perubahan substansial sebesar 31,8%. Indonesia memperlihatkan tren peningkatan yang konsisten, dengan lonjakan signifikan pada tahun 2022 sebesar 18,34% yang memperlihatkan intensif aktivitas industri dan urbanisasi di Indonesia. Filipina menunjukkan volatilitas tinggi dengan penurunan drastis pada tahun 2006 sebesar -9,03% dan peningkatan emisi karbon tertinggi pada tahun 2013 sebesar 10,83%. Perkembangan emisi karbon Singapura masih konsisten dan stabil menurunkan emisi karbon mulai dari tahun 2006 sebesar -6,86%. Hal ini dikarenakan Singapura sudah menetapkan tolak ukur pengurangan intensitas emisi sebesar 36% pada tingkat tahun 2005-2030. Tahun 2008 – 2009 terjadi penurunan emisi dikarenakan krisis ekonomi global sehingga terjadi penurunan produksi pada sektor industri dan mengalami pengurangan emisi karbon diantaranya negara Thailand dan Malaysia mengalami penurunan emisi sebesar -3,86% dan -10,36%. Pada tahun 2015-2017, terjadi peningkatan pertumbuhan emisi yang signifikan di

ASEAN 6 dikarenakan salah satunya kebakaran hutan dan lahan gambut di Indonesia mencapai 6,49% hingga mempengaruhi negara lainnya Singapura, Malaysia, Thailand, Filipina oleh penurunan kualitas udara dan kabut asap.

Pada tahun 2020, menunjukkan penurunan emisi di hampir setiap negara akibat pembatasan aktivitas ekonomi, mobilitas dan penutupan industri dikarenakan pandemi Covid-19. Hal ini dapat dilihat penurunan emisi yang signifikan dari negara Filipina sebesar -8,5%, kemudian Indonesia mengalami penurunan sebesar -6,95%, lalu Thailand -3,27%, Singapura -3,22%, lalu Malaysia penurunan mencapai 0,1% dan Vietnam masih mengalami penurunan namun relatif stabil mencapai 6,2%. Tahun 2021 menandai pemulihan ekonomi pasca pandemi dengan peningkatan emisi di beberapa negara terutama Singapura sebesar 27,74% dan Malaysia mencapai 13,75%.

5.1.2 Perkembangan PDB di 6 Negara ASEAN

Produk Domestik Bruto didefinisikan sebagai nilai semua barang dan jasa yang diproduksi dalam perekonomian selama periode tertentu. Produk Domestik Bruto (PDB) juga dapat menjadi indikator kunci yang mencerminkan kesehatan ekonomi dari negara – negara ASEAN. PDB ASEAN mencakup berbagai sektor ekonomi yang mencerminkan diversifikasi perekonomian di kawasan tersebut, mulai dari manufaktur hingga jasa, pertanian, dan perdagangan.

Berdasarkan laporan ASEAN Key Figures (2020), total PDB gabungan dari 10 negara ASEAN adalah US\$3,0 triliun menjadikan ASEAN sebagai ekonomi terbesar kelima di dunia, setelah Amerika Serikat (US\$20,9 triliun), Tiongkok (US\$14,7 triliun), Jepang (US\$ 5,0 triliun) dan Jerman (US\$ 3,8 triliun). Negara – negara seperti Singapura, Malaysia dan Thailand telah lama menjadi motor kawasan ekonomi, sementara Indonesia dan Vietnam menunjukkan pertumbuhan yang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Meskipun, terjadi perlambatan akibat pandemi COVID-19, proyeksi jangka panjang untuk PDB ASEAN tetap positif dengan perkiraan pertumbuhan rata rata tahunan 5% hingga 2025.

Tabel 5.2 Perkembangan Produk Domestik Bruto 6 Negara ASEAN

Tahun	Perkembangan PDB (%)						
	Filipina	Thailand	Indonesia	Singapura	Malaysia	Vietnam	Rata - rata
2005	13.07	9.49	11.3	11.1	15.05	26.86	14.48
2006	18.83	17.13	27.53	16.29	13.34	15.16	18.05
2007	22.19	18.57	18.55	21.74	18.96	16.63	19.44
2008	16.44	10.81	18.04	7	19.25	28.05	16.60
2009	-3.11	-3.31	5.75	0.27	-12.37	6.94	-0.97
2010	18.4	21.08	39.94	23.51	26.08	38.85	27.98
2011	12.4	8.71	18.25	23.99	16.83	17.25	16.24
2012	11.82	7.21	2.78	-0.76	5.53	13.32	6.65
2013	8.39	5.72	-0.58	4.23	2.8	9.26	4.97
2014	4.78	-3.09	-2.37	2.36	4.57	9.23	2.58
2015	3.01	-1.48	-3.36	-2.18	-10.85	2.48	-2.06
2016	3.97	3	8.25	3.58	-0.032	7.45	4.37
2017	3.09	10.39	8.98	7.59	5.92	9.43	7.57
2018	5.58	11.04	2.62	9.78	12.43	10.21	8.61
2019	8.64	7.34	7.37	-0.008	1.78	7.82	5.49
2020	-3.99	-8	-5.36	-7.54	-7.59	3.66	-4.80
2021	8.93	1.02	12.03	21.64	10.77	5.72	10.02
2022	2.58	-2	11.17	10.14	8.87	11.96	7.12
Rata - rata	8.61	6.31	10.05	8.49	7.30	13.35	9.02

Sumber : *World Bank*, 2024

Berdasarkan Tabel 5.2 menunjukkan pertumbuhan PDB di ASEAN 6 selama periode 2005 – 2022. Rata – rata keseluruhan pertumbuhan PDB ASEAN 6 sebesar 9,02%. Dari analisis data, dapat dilihat hanya Vietnam dan Indonesia yang memiliki pertumbuhan PDB diatas rata-rata yaitu sebesar 13,35% dan 10,05%. Sementara itu, empat negara lainnya memperlihatkan pertumbuhan dibawah rata-rata yaitu Singapura (8,49%), Filipina (8,61%), Singapura (7,3%) dan Thailand (6,31%). Hal ini mencerminkan bahwa Indonesia dan Vietnam memiliki pasar domestik yang besar, yang mampu memberikan dorongan bagi pertumbuhan konsumsi. Negara Indonesia dan Vietnam juga berhasil dalam meningkatkan diversifikasi ekonominya dengan sektor-sektor seperti migas dan non-migas, manufaktur, elektronik, tekstil, pariwisata, bisnis digital dan lainnya yang mampu menarik investasi asing. Sementara itu, negara Singapura masih

bergantung pada perdagangan internasional. Walaupun begitu, semua negara masih menunjukkan rata – rata pertumbuhan stabil diatas 5%.

Perkembangan PDB tahun 2022 tertinggi ialah negara Vietnam dengan pertumbuhan 11,96%, disusul Indonesia dengan pertumbuhan 11,17%, kemudian Singapura mencapai pertumbuhan 10,14%, selanjutnya Malaysia dengan pertumbuhan 8,87%, kemudian Filipina pertumbuhan PDB sebesar 2,58% dan penurunan pertumbuhan PDB negara Thailand sebesar -2%. Rata – rata kenaikan tertinggi ASEAN 6 berada di tahun 2010 sebesar 27,97%, sedangkan yang terendah berada di tahun 2020 sebesar -4,8% hal ini dikarenakan setiap negara hampir secara menyeluruh mengalami penurunan aktivitas ekonomi akibat pada pandemi Covid-19 yang menyebabkan pengurangan aktivitas masyarakat diluar rumah dan aktivitas produksi industri.

5.1.3 Perkembangan FDI ASEAN 6

Investasi Asing Langsung (FDI) telah memainkan peran penting dalam pertumbuhan ekonomi dan pembangunan di ASEAN 6. Faktor-faktor yang berkontribusi dalam daya tarik FDI meliputi liberalisasi kebijakan ekonomi intensifikasi integrasi regional melalui implementasi ASEAN Economic Community (AEC) serta ketersediaan tenaga kerja yang kompetitif dari segi biaya dan keterampilan tenaga kerja. Sektor – sektor seperti manufaktur, jasa keuangan dan teknologi informasi menjadi focal point utama alokasi FDI di ASEAN 6.

Tabel 5.3 Perkembangan FDI *Net Inflows* 6 Negara ASEAN

Tahun	Perkembangan FDI (%)						
	Filipina	Thailand	Indonesia	Singapura	Malaysia	Vietnam	Rata - rata
2005	181.08	40.18	339.66	-20.8	-10.32	21.36	91.86
2006	62.68	8.54	-41.05	102.57	95.97	22.82	41.92
2007	7.79	-3.18	40.98	20.97	17.95	179.16	43.95
2008	-54.07	-0.83	34.49	-71.27	-16.52	42.97	-10.87
2009	54.02	-25.11	-47.66	72.34	-84.86	-20.65	-8.65
2010	-48.15	130.01	0.041	136.05	849.82	5.26	178.84
2011	87.57	-83.22	321.47	-11.14	38.89	-7.12	57.74
2012	60.18	421.59	3.09	12.52	-41.16	12.62	78.14
2013	16.23	23.53	9.81	16.4	26.99	6.35	16.55
2014	53.57	-68.77	7.89	6.69	-5.99	3.37	-0.54
2015	-1.74	79.43	-21.26	1.56	-7.17	28.26	13.18
2016	46.81	-60.94	-77.04	-6.32	36.65	6.77	-9.01
2017	23.87	137.66	351.66	56.29	-30.45	11.9	91.82
2018	-3.003	65.92	-7.8	-20.55	-11.35	9.92	5.52
2019	-12.83	-59.86	32.17	29.73	10.23	4	0.57
2020	-21.32	-189.65	-23.27	-25.49	-55.66	-1.98	-52.90
2021	75.65	0.082	10.62	74.98	398.89	-0.886	93.22
2022	-20.78	-25.9	16.44	8.37	-27.26	14.3	-5.81
Rata - rata	28.20	21.64	52.79	21.27	65.81	18.80	34.75

Sumber : World Bank, 2024

Pada Tabel 5.3 FDI di 6 Negara ASEAN mengalami fluktuasi dari tahun 2005-2022. Rata – rata pertumbuhan FDI ASEAN 6 tahun 2005 – 2022 sebesar 34,75%. Dari analisis data, mengindikasikan bahwa terdapat dua negara yang menunjukkan pertumbuhan FDI diatas rata-rata yaitu Malaysia sebesar 65,81%, dan Indonesia sebesar 52,79%. Sementara itu, empat negara lainnya mencatatkan pertumbuhan dibawah rata-rata yaitu Thailand (21,64%), Singapura (21,27%), Filipina (28,2%), dan Vietnam (18,80%). Hal ini dapat menjelaskan bahwa Indonesia dan Malaysia memiliki potensi pasar dan sumber daya yang melimpah. Singapura merupakan negara yang memiliki jumlah absolut FDI tertinggi di antara negara lainnya namun memiliki pertumbuhan dibawah rata – rata dikarenakan Singapura sudah memiliki basis FDI yang besar dimana tidak lagi

mengejar nilai investasi tetapi fokus pada kualitas investasi yang masuk dan nilai tambah yang tinggi.

Pada tahun 2005, rata – rata negara ASEAN mengalami peningkatan FDI disebabkan oleh liberalisasi perdagangan dan kebijakan yang mendukung investasi asing. Tahun 2005, tingkat perkembangan FDI paling besar adalah negara Indonesia yaitu 339%, diikuti negara Filipina 181,08%, Thailand 40,18%, Vietnam 21,36%, Singapura -20,8% dan Malaysia -10,32%. Tahun 2006, Singapura mengalami volatilitas dari -20,6% ke pertumbuhan 102,57% dengan perubahan substansial 81,77%. Sedangkan, Indonesia mengalami penurunan FDI sebesar -41,05%. Periode 2008 – 2009, yang ditandai krisis keuangan global membuat hampir seluruh negara mengalami kontraksi termasuk negara Filipina mengalami penurunan drastis -54,07%, Indonesia mengalami penurunan -47,66%, dan Vietnam kontraksi sebesar -20,65%. Rata – rata kenaikan tertinggi FDI ASEAN 6 berada pada tahun 2010 mencapai 178% yang ditandai pulihnya ekonomi akibat krisis ekonomi global ditandai meningkat pesatnya FDI Malaysia sebesar 849% disebabkan minatnya investor asing pasar digital terhadap peluang kerja di Malaysia. yang menarik investasi besar di sektor teknologi, e-commerce dan fintech. Namun, pada tahun 2020 perkembangan FDI mengalami penurunan sebesar -52,9% akibat pandemi Covid-19. Tahun selanjutnya, ekonomi negara ASEAN menunjukkan pemulihan kuat pasca pandemi dengan rata – rata pertumbuhan PDB ASEAN 6 tahun 2021 sebesar 93,22% dan hingga tahun 2022 Indonesia memimpin pertumbuhan FDI tertinggi di ASEAN 6 yaitu sebesar 16,44% diikuti Vietnam sebesar 14,3%, lalu Singapura mengalami penurunan hingga 8,37% dari perubahan substansial sebesar 66%, kemudian Filipina, Thailand dan Malaysia juga mengalami penurunan drastis sebesar -20,78%, -25,9%, dan 27,26%

5.1.4 Perkembangan Konsumsi Energi Fosil di 6 Negara ASEAN

Sejak tahun 1990-an, ASEAN telah mendominasi konsumsi energi fosil untuk energi utama sektor ekonomi. Data dari Internasional Energy Agency (IEA) menunjukkan bahwa konsumsi energi energi primer ASEAN telah meningkat

lebih dari dua kali lipat antara tahun 2000 dan 2020, dengan energi fosil menyumbang lebih dari 80% dari total konsumsi energi. Minyak bumi tetap menjadi sumber energi dominan, terutama di sektor transportasi, sementara konsumsi gas alam dan batu bara telah menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat, didorong oleh permintaan yang meningkat untuk pembangkit listrik dan aplikasi industri. Negara-negara seperti Indonesia, Thailand, dan Vietnam telah menjadi konsumen energi fosil terbesar di kawasan ini, mencerminkan ukuran ekonomi dan populasi mereka yang besar.

Tabel 5.4 Perkembangan Konsumsi Energi Fosil ASEAN 6 Negara ASEAN

Tahun	Konsumsi Energi Fosil (%)						Rata - rata
	Filipina	Thailand	Indonesia	Singapura	Malaysia	Vietnam	
2005	0.72	3.22	2.85	5.52	8.26	8.63	4.87
2006	-7.46	1.5	1.97	10.09	0.85	-12.42	-0.91
2007	6.45	3.25	7.17	7.47	6.92	8.51	6.63
2008	1.89	0	0.93	6.63	3.06	25.49	6.33
2009	1.85	2.67	2.65	7.55	-3.08	-0.26	1.90
2010	5.83	6.7	7.29	-36.63	3.64	20.1	1.16
2011	0.34	2	6.68	5	1.09	5	3.35
2012	3.09	6.92	3.1	-1.24	0.25	-1.24	1.81
2013	9.33	0.48	-4.32	5.03	0.99	5.03	2.76
2014	6.09	2.78	1.14	11.57	1.85	11.57	5.83
2015	10.34	2.4	2.31	20.57	6.06	20.57	10.38
2016	9.89	1.66	-5.58	7.71	5.48	7.71	4.48
2017	10.18	1.04	8.02	0.96	2.6	0.96	3.96
2018	3.22	1.91	7.04	17.32	0.1	17.32	7.82
2019	3.95	-0.57	5.97	17.79	-2.21	17.67	7.10
2020	-9.81	-6.97	-9.69	-3.25	-2.04	-3.06	-5.80
2021	6	0.78	20.69	-5.71	-0.11	-5.81	-0.36
2022	7.33	1	250.55	-2.48	-3.74	-2.48	4.20
Rata - rata	3.85	1.71	30.65	4.11	1.67	6.85	3.64

Sumber: Our World In Data, 20240

Pada Tabel 5.4 menunjukkan rata – rata pertumbuhan konsumsi energi fosil ASEAN 6 tahun 2005 – 20022 sebesar 3,64%. Dari analisis data, mengindikasikan bahwa terdapat empat negara yang menunjukkan pertumbuhan konsumsi energi fosil diatas rata-rata yaitu Vietnam sebesar 6,85%, Singapura

4,11%, Filipina sebesar 3,85% dan Indonesia sebesar 3,65%. Hal ini mencerminkan bahwa permintaan energi tumbuh lebih cepat akibat ketergantungan tinggi bahan bakar fosil untuk kegiatan sektor ekonomi dan pembangunan infrastruktur. Sementara itu, dua negara lainnya mencatatkan pertumbuhan dibawah rata-rata yaitu Thailand 1,71% dan Malaysia sebesar 1,67%. Hal ini dapat diindikasikan bahwa pola konsumsi energi fosil Thailand dan Malaysia lebih stabil dibandingkan dengan negara yang memiliki rata-rata pertumbuhan tinggi. Selain itu, negara Thailand dan Malaysia diketahui memiliki kebijakan insentif yang kuat untuk pengembangan energi terbarukan yaitu tenaga surya dan hidroelektrik.

Vietnam mengalami fluktuasi ekstrem dari tahun 2006 sebesar -12,42% hingga 25,49% pada tahun 2008. Vietnam juga menunjukkan pertumbuhan konsumsi tertinggi di antara negara lain yang mencerminkan bahwa industrialisasi dan pembangunan ekonomi yang pesat. Pada tahun 2010, Singapura mengalami fluktuasi secara signifikan dari -36,63% hingga 20,57% tahun 2015. Pola konsumsi energi Singapura masih cukup tinggi untuk industri dan perdagangan. Pertumbuhan konsumsi energi fosil Filipina tertinggi berada pada tahun 20015 yaitu 10,34%. Pada tahun 2020, setiap negara mengalami penurunan tajam khususnya konsumsi energi akibat pandemi Covid-19 yang menyebabkan terbatasnya kegiatan ekonomi termasuk industri dan jasa. Rata – rata perkembangan konsumsi energi fosil mengalami fluktuasi setiap tahunnya. Penurunan konsumsi energi signifikan terlihat pada tahun 2020 dengan rata-rata - 5,1%. Hingga tahun 2022, tingkat perkembangan konsumsi energi fosil tertinggi ialah negara Indonesia mencapai 25,55% dengan rentang perubahan substansial 35,44% dari tahun 2020 penurunan pertumbuhan mencapai -9,89% , kemudian disusul oleh negara Thailand dengan tingkat perkembangan 1%, diikuti Vietnam dengan pertumbuhan 6,85%, kemudian 3 negara yang memiliki konsumsi dibawah 1000 Twh yaitu Malaysia mencapai 873 Twh dengan pertumbuhan 1,67%, Singapura mencapai 901 Twh dengan pertumbuhan Filipina mencapai konsumsi paling rendah tahun 2022 yaitu 512 Twh dengan pertumbuhan 7,33%.

5.1.5 Perkembangan Laju Deforestasi di 6 Negara ASEAN

Seiring dengan terus mengalami pertumbuhan ekonomi di kawasan ASEAN, tantangan untuk menyeimbangkan pembangunan dengan konservasi hutan menjadi semakin kompleks. Faktor-faktor utama yang mendorong terjadinya deforestasi meliputi ekspansi konversi hutan primer menjadi sektor pertanian terutama industri kelapa sawit, urbanisasi yang pesat, dan pembangunan infrastruktur yang ekstensif (Edwards et al., 2010). Berdasarkan laporan Global Forest Watch (2022) diketahui luas total kawasan hutan Asia Tenggara sebesar 245 juta hektar atau 56 % total wilayah dengan 204 juta hektar merupakan kawasan tutupan hutan atau sekitar 47% dari luas wilayah. Pada tahun 2001, luas hutan Indonesia diketahui memiliki 135 juta hektar hutan primer, namun hingga tahun 2023, Indonesia kehilangan 30,8 juta hektar tutupan pohon atau setara dengan penurunan 19% tutupan pohon dan setara 22,2 Gt emisi CO₂. Di negara Thailand, diketahui memiliki hutan alam sebesar 16,6 juta hektar yang membentangi lebih dari 37% dari luas tanahnya. Hingga tahun 2023, Thailand kehilangan 2,55 juta hektar tutupan pohon atau 24% akibat deforestasi dan setara dengan 1,52 Gt emisi CO₂. Pada tahun 2010, Malaysia memiliki 19,8 juta hektar hutan alam, hingga tahun 2023 Malaysia kehilangan 9,23 juta hektar tutupan pohon akibat deforestasi dan setara 5,32 Gt emisi CO₂. Kemudian, pada tahun 2001 Vietnam diketahui memiliki 14,1 juta hektar hutan alam dan hingga tahun 2023, Vietnam kehilangan 3,56 juta hektar tutupan pohon dan sekitar 31% penurunan pohon akibat aktivitas yang mendorong deforestasi. Disisi lain, negara yang tidak memiliki hutan luas seperti negara lain ialah Singapura yang hanya memiliki 186 kha tutupan pohon namun tetap terjadi deforestasi hingga tahun 2023 yang kehilangan 2,88 kha tutupan pohon. Berikut data laju deforestasi (%) di ASEAN 6 :

Tabel 5.5 Perkembangan Laju Deforestasi 6 Negara ASEAN

Tahun	Laju Deforestasi (%)						
	Filipina	Thailand	Indonesia	Singapura	Malaysia	Vietnam	Rata - rata
2005	0.27	0.42	0.74	0.44	1.3	0.62	0.63
2006	0.31	0.5	0.89	0.3	1.1	0.48	0.60
2007	0.36	0.46	0.86	0.4	1.4	0.48	0.66
2008	0.21	0.4	0.87	0.19	1.3	0.65	0.60
2009	0.33	0.66	1.2	0.94	2.1	0.83	1.01
2010	0.55	0.68	0.8	0.23	1.5	1.1	0.81
2011	0.18	0.47	0.96	0.39	1.6	0.79	0.73
2012	0.32	0.57	1.4	0.49	2.1	1.1	1.00
2013	0.32	0.42	0.71	0.14	1.1	0.8	0.58
2014	0.55	0.69	1.2	1	2.2	1.3	1.16
2015	0.35	0.6	1.1	0.83	1.5	1.3	0.95
2016	0.69	0.86	1.5	0.82	1.9	2.1	1.31
2017	0.61	0.98	0.81	1.4	1.6	1.7	1.18
2018	0.38	0.67	0.76	1.5	1.5	1.4	1.04
2019	0.34	0.65	0.73	1.5	1.3	1.3	0.97
2020	0.34	0.6	0.6	0.88	0.91	1.3	0.77
2021	0.26	0.62	0.52	1.1	0.94	1.2	0.77
2022	0.45	0.55	0.55	0.55	0.84	1	0.66
Rata - rata	0.38	0.60	0.90	0.73	1.46	1.08	0.86

Sumber : *Global Forest Watch*, 2024

Pada Tabel 5.5 menunjukkan rata – rata pertumbuhan deforestasi ASEAN 6 tahun 2005 – 20022 sebesar 0,86%. Dari analisis data, mengindikasikan bahwa negara Indonesia, Malaysia dan Vietnam yang menunjukkan pertumbuhan laju deforestasi diatas rata-rata dengan persentase masing-masing 0,90 %, 1,46% dan 1,08%. Sementara itu, empat negara lainnya mencatatkan pertumbuhan dibawah rata-rata yaitu Singapura 0,73%, Thailand 0,60%, dan Filipina sebesar 0,38%. Hal ini mencerminkan bahwa potensi ekspansi sektor pertanian dan perkebunan yang agresif dan tingginya aktivitas pembalakan dan konversi lahan. Selain itu, diketahui puncak laju deforestasi tertinggi berada pada tahun 2014 – 2016 yang mencakup seperti di negara Malaysia yaitu 2,2% atau kehilangan tutupan pohon sebesar 646 kha. Selanjutnya, pada tahun 2016 Vietnam kehilangan 353 kha dan Indonesia yang mengalami fenomena kebakaran dan deforestasi yang masif hingga harus kehilangan 1,75 juta hektar tutupan pohon. Selain itu, hutan di

Singapura juga tetap terjadi kehilangan tutupan pohon dengan rata-rata 0,727% akibat dari perubahan penggunaan lahan atau pengurangan area hutan alami untuk pembangunan. Sementara itu, hutan Filipina masih tergolong tinggi yang diperkirakan tutupan hutan berkurang menjadi hanya 20-25% saat ini.

Konversi hutan primer menjadi lahan pertanian, khususnya untuk kultivasi kelapa sawit, telah diidentifikasi sebagai driver utama deforestasi di wilayah ini. Fenomena ini menimbulkan kekhawatiran serius terkait implikasi jangka panjang terhadap keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem (Aik & Ismail, 2020). Lebih lanjut, deforestasi di negara-negara Asia Tenggara tidak hanya mengancam biodiversitas unik kawasan ini, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap eksaserbasi perubahan iklim global. Konsekuensi dari deforestasi ini bersifat multidimensi, mempengaruhi tidak hanya ekosistem lokal tetapi juga dinamika iklim global dan mata pencaharian masyarakat adat. Hutan-hutan di kawasan ini memainkan peran krusial sebagai penyerap karbon (*carbon sink*) yang efektif, sekaligus menyediakan sumber daya vital bagi masyarakat. Oleh karena itu, preservasi integritas ekosistem hutan menjadi imperatif, menggarisbawahi urgensi implementasi praktik pengelolaan yang berkelanjutan untuk menghadapi perubahan lanskap yang cepat (Edwards et al., 2010; Alamgir et al., 2019).

5.1.6 Perkembangan Kebijakan Ekonomi Hijau di 6 Negara ASEAN

Awal mula 1970an, konsep ekonomi hijau muncul sebagai respons terhadap kesadaran lingkungan. Salah satunya publikasi "*The Limits to Growth*" oleh Club of Rome pada tahun 1972 menjadi salah satu pemicu diskusi global tentang keberlanjutan ekonomi. Perhimpunan Bangsa-Bangsa Dunia telah mengakui pentingnya meningkatkan kesejahteraan manusia, keadilan sosial sambil mengurangi resiko lingkungan dan kelangkaan ekologis. Dalam penerapannya, perlindungan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan menjadi satu fokus menciptakan keseimbangan antara pemenuhan pembangunan ekonomi dan keberlanjutan lingkungan yang berkembang dalam tahapan seperti perjanjian, konferensi dan aliansi. PBB meluncurkan SDGs (tahun 2015-2030) sebagai kelanjutan dari MDGs, dengan fokus yang lebih luas mencakup 17 tujuan yang

mengintegrasikan ekonomi, sosial dan lingkungan. Dengan kata lain, ekonomi hijau memiliki keselarasan dengan tujuan SDGs dan mendukung pencapaian berbagai tujuan SDGs.

Setiap negara ASEAN memiliki karakteristik wilayah tersendiri dan porsi kebijakan yang berbeda-beda dalam penerapan ekonomi hijau di Asia Tenggara. Penerapan upaya hijau di Singapura, muncul pada tahun 1967 dimana salah satu inisiatif paling awal adalah peluncuran *Garden City* untuk mengubah Singapura menjadi kota dengan banyak tanaman hijau dan lingkungan yang bersih. Kemudian, pada tahun 2002 dilanjutkan dengan rencana hijau Singapura (*Singapore Green Plan*). Tujuan adanya rencana hijau ini untuk mengambil arah kebijakan seperti membuat Singapura menjadi model kota hijau, memperkenalkan standar efisiensi energi dan air minimum untuk rumah tangga, meningkatkan standar dan efisiensi transportasi umum, dan menciptakan pusat kota layak huni untuk hunian. Pada tahun 2019, Singapura menerapkan pajak karbon yang dikenakan pada fasilitas yang menghasilkan 25.000 ton atau lebih emisi karbon per tahun demi transisi ekonomi yang lebih berkelanjutan, kemudian melakukan inisiatif *Green Finance Action Plan* untuk mengembangkan manajemen keuangan hijau dan program investasi hijau. Tahun 2021, Singapura juga berinvestasi dalam pembangunan rendah karbon dan infrastruktur hijau termasuk pengembangan ruang terbuka hijau dan sistem transportasi yang ramah lingkungan. Hingga tahun 2022, Singapura melanjutkan Singapore Green Plan 2030 walaupun memiliki keterbatasan sumber daya dan lahan namun tetap memperkuat upaya peningkatan energi terbarukan termasuk pengembangan panel surya di atap bangunan dan investasi dalam teknologi bersih, mendirikan bursa dan pasar karbon global, *Green Jobs*, *Green Investment* dan lainnya.

Selanjutnya, negara Thailand pada tahun 2005 belum menerapkan kebijakan ekonomi hijau dikarenakan isu lingkungan dan keberlanjutan masih belum menjadi prioritas utama dalam agenda pembangunan nasional. Pada tahun 2007, Thailand mengeluarkan Undang-Undang Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup. Selanjutnya, di tahun yang sama Thailand sudah

menerapkan beberapa kebijakan energi terbarukan salah satunya adalah program Adder. Program *Adder* adalah skema insentif yang memberikan premi listrik diatas harga normal kepada produsen dari sumber energi terbarukan. Kemudian, tahun 2018 program tersebut berlanjut transisi ke *Feed In Tariff* (FIT). FIT adalah mekanisme di mana produsen listrik dari sumber terbarukan diberi jaminan harga tetap untuk listrik yang mereka hasilkan dan mengirimkan ke jaringan listrik nasional. Bentuk kebijakan tersebut berguna untuk mendorong penggunaan energi terbarukan seperti biomassa, biofuel, biogas dan energi surya. Pada tahun 2019 Thailand mulai mengembangkan transportasi yang lebih ramah lingkungan antara lain proyek kereta api cepat dan transportasi massal di kota-kota besar untuk mengurangi emisi karbon. Pada tahun 2021, Thailand meluncurkan *Bio Circular Green Economy* (BCG) yang mengintegrasikan bioekonomi, ekonomi sirkular, dan ekonomi hijau untuk mencapai pertumbuhan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Kemudian, terdapat pengenalan kebijakan regulasi ketat seperti pajak karbon, sistem perdagangan emisi untuk mendorong transisi menuju energi bersih. Hingga tahun 2022, sudah banyak kebijakan yang dilakukan termasuk pengembangan proyek energi terbarukan, penggunaan teknologi pertanian yang lebih bersih dan Thailand juga memanfaatkan momentum sebagai ketua APEC untuk mempromosikan ekonomi hijau dan berkelanjutan di kawasan Asia Pasifik.

Pada tahun 2005, Indonesia sudah menunjukkan komitmen kebijakan yang mendukung ekonomi hijau yaitu berawal dari program Langit Biru yang berfokus pada mengurangi pencemaran udara pada sektor transportasi. Selanjutnya, salah satu langkah yang signifikan adalah penerbitan Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Dalam peraturan ini, pemerintah menetapkan target untuk meningkatkan kontribusi energi baru dan terbarukan (EBT) dalam bauran energi primer nasional. Indonesia juga menerapkan program *Clean Development Mechanism* (CDM), pengembangan energi terbarukan, membuat moratorium hutan negara, bekerja sama dengan GGGI, stakeholder dan aliansi untuk pembiayaan iklim (Global Blended Finance Alliance). Selain itu, tahun 2013 Indonesia juga mengikuti proyek REDD+ yang bertujuan untuk mengurangi penggundulan hutan melalui konservasi dan pengelolaan hutan yang

berkelanjutan dan program lainnya. Kemudian, pada tahun 2020 Indonesia memasukkan ekonomi hijau sebagai salah satu prioritas Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) tahun 2020 – 2024 dimana anggaran untuk perubahan iklim mencapai 4,1% dari APBN dan diantaranya dibelanjakan dalam bentuk infrastruktur hijau sebagai modal utama transformasi ekonomi di Indonesia. Selanjutnya, hingga tahun 2022 Indonesia sudah banyak menerapkan kebijakan diantaranya ada pengelolaan limbah melalui ekonomi sirkular, pembuatan kendaraan listrik, penerapan pajak karbon dan dalam sektor energi telah menerapkan program mandatori biodiesel B30.

Filipina mulai memfokuskan energi terbarukan pada tahun 2008 dengan menerapkan kebijakan Renewable Energy Act of 2008 yang bertujuan untuk pengembangan dan penggunaan sumber daya terbarukan dan mencapai swasembada energi sebesar 60% di tahun 2010. Selanjutnya, tahun 2015 Filipina mengimplementasikan Green Building Code sebagai kode khusus membahas masalah lingkungan yang terkait konstruksi dan pengoperasian bangunan. GBC memiliki prinsip untuk mengutamakan efisiensi energi, konservasi pemilihan material dan efisiensi sumber daya dan kualitas lingkungan dalam ruangan. Kemudian, terdapat langkah – langkah yang lebih signifikan dalam menerapkan kebijakan ekonomi hijau seperti Green Jobs pada tahun 2016, Undang – Undang Energy Efficiency and Conservation Act tahun 2019, tahun 2020 Singapura merencanakan kerangka kerja keuangan berkelanjutan dan lainnya.

Pada tahun 2005, fokus kebijakan ekonomi Malaysia masih lebih banyak mengarahkan pada pertumbuhan ekonomi konvensional dan pengentasan kemiskinan dan kesadaran akan konsep ekonomi hijau baru mulai tumbuh namun belum signifikan. Kebijakan ekonomi hijau secara eksplisit muncul setelah beberapa tahun setelahnya seperti tahun 2010 Malaysia meluncurkan Green Technology Financing Theme (GTFS) dimana program pembiayaan untuk perusahaan yang mengembangkan atau menggunakan teknologi hijau. Selanjutnya, tahun 2011 mengadopsi kebijakan *Feed In Tariff* (FIT) yaitu memberikan insentif tarif untuk produsen energi terbarukan yang menjual listrik

ke jaringan nasional dengan tarif premium. Kemudian, tahun 2012 dimana Malaysia mengimplementasikan *MyHIAU Mark and Directory* dalam bentuk skema sertifikasi dan pelabelan untuk produk dan layanan ramah lingkungan yang membantu konsumen mengidentifikasi produk hijau yang telah diverifikasi. Selain itu, tahun 2016 Malaysia meluncurkan kebijakan *Net Energy Metering* (NEM) yaitu pemberian insentif kepada masyarakat bagi yang menggunakan panel surya dan menghasilkan listrik sendiri. Adapun kebijakan lain seperti tahun 2018 yaitu cukai pelepasan karbon, program biodiesel B10 dan B20, tahun 2019 *Green Technology Park*, *Green Investment Tax Allowance* dan *Energy Performance Contracting*.

Pada tahun 2005, Vietnam telah memiliki Undang – Undang Perlindungan Lingkungan yang telah direvisi pada tahun 2009 dan 2014. Undang-undang ini mencakup berbagai aspek, seperti pengelolaan limbah, penggunaan sumber daya alam, perlindungan keanekaragaman hayati, dan pengendalian pencemaran. Pada tahun 2009, Vietnam mengikuti program REDD+ untuk mengurangi emisi karbon dan meningkatkan penyebaran karbon melalui pengelolaan hutan berkelanjutan. Lalu, tahun 2010 mengeluarkan undang – undang efisiensi energi guna mempromosikan penggunaan energi yang efisien di setiap sektor ekonomi. Untuk kebijakan energi terbarukan, Vietnam menggunakan kebijakan Feed In Tariff (2012) sebagai target nasional untuk meningkatkan pangsa energi terbarukan dalam bauran energi. Pada tahun 2022 dalam konteks sosial, Vietnam mengeluarkan kebijakan *National Action Plan on Sustainable Production and Consumption* (SCAP) yang bertujuan mempromosikan konsumsi dan produksi yang berkelanjutan. Dalam SCAP, Vietnam juga menetapkan target-target spesifik, seperti pengurangan emisi gas rumah kaca, peningkatan penggunaan energi terbarukan, dan pengurangan limbah dan polusi. Implementasi SCAP diharapkan dapat mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, serta memastikan perlindungan lingkungan dan sumber daya alam di Vietnam.

5.2 Analisis Pengaruh Jangka Pendek dan Jangka Panjang

5.2.1 Pemilihan Model Panel Terbaik

Penentuan model terbaik dilakukan sebagai tahap awal sebelum melanjutkan ke pengujian asumsi klasik. Terdapat tiga model yang akan dievaluasi yaitu CEM, FEM dan REM dengan melalui serangkaian pengujian statistik yang sistematis sebagai berikut :

Tabel 5.6 Uji Chow dan Uji Hausman

Uji Model	P-Value	Model Panel Terbaik			Kesimpulan
		CEM	FEM	REM	
Uji Chow	0.0000	X	✓	-	Dilanjutkan uji Hausman
Uji Hausman	0.0000	-	✓	X	Dilanjutkan uji Langrange Multiplier

Sumber : Eviews 12, 2024. Data Diolah

Hasil pengujian Chow yang terdapat pada tabel 5.6 menunjukkan bahwa nilai p-value diperoleh sebesar $0,0000 < 0,05$ (nilai α sebesar 5%). Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan H_0 untuk model CEM ditolak dan H_1 untuk model FEM diterima. Proses selanjutnya adalah melanjutkan ke tahapan uji Hausman. Pada pengujian Hausman diperoleh hasil p-value sebesar 0,0000 yang juga lebih kecil dari nilai α (5%). Berdasarkan hipotesis yang dibentuk, maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol (H_0) untuk model REM ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) untuk model FEM diterima. Sehubungan dengan terpilihnya model FEM pada uji Chow dan juga uji Hausman, maka tidak perlu dilanjutkan ke pengujian selanjutnya.

5.2.2 Uji Stasioneritas Data

Uji ini dilakukan untuk menguji akar satuan. Data yang memiliki akar unit memiliki nilai yang cenderung naik turun di sekitar nilai rata-ratanya. Data yang tidak stasioner mengakibatkan kurang baiknya model yang akan diestimasi.

Dalam penelitian ini menggunakan uji ADF (*Augmented Dickey Fuller*) dengan menggunakan taraf nyata 5%.

Tabel 5.7 Hasil Uji Stasioneritas ADF Fisher

Variabel	ADF-Fisher Statistik			ADF-Fisher Probabilitas			Lag
	Level	1 st	2 nd	Level	1 st	2 nd	
CE	12.76	26.03	38.39	0.3866	0.0106	0.0001	Ordo 1,2
GDP	2.73	26.17	27.56	0.9972	0.0101	0.0064	Ordo 1,2
FDI	16.05	26.32	36.58	0.1890	0.0096	0.0003	Ordo 1,2
FEC	8.83	25.12	32.07	0.7167	0.0143	0.0013	Ordo 1,2
DFE	9.89	43.90	86.93	0.6251	0.0000	0.0000	Ordo 1,2
GEP	7.21	28.79	56.49	0.8432	0.0042	0.0000	Ordo 1,2

Sumber : Eviews 12, 2024. Data diolah

Berdasarkan tabel 5.7 dengan menggunakan uji stasioneritas ADF-Fisher pada tingkat level menunjukkan bahwa variabel CE, GDP, FDI, FEC, DFE dan EP terdapat akar unit dikarenakan $p\text{-value} > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa semua variabel tidak stasioner pada tingkat level. Maka dari itu, diperlukan diferensiasi data sehingga data dapat dikatakan stasioner. Hasil dari diferensiasi pertama atau ordo 1 menunjukkan bahwa variabel CE, PDB, FDI, FEC, DFE dan GEP stasioner pada diferensiasi pertama dan diferensiasi kedua.

5.2.3 Uji Kointegrasi

Pengujian kointegrasi bertujuan untuk menentukan apakah terdapat hubungan jangka panjang antara variabel-variabel yang diteliti. Jika terdapat variabel non-stasioner, maka besar kemungkinan terdapat hubungan jangka panjang antar variabel. Hubungan jangka panjang dapat dipastikan jika terdapat kointegrasi pada variabel dalam model yang digunakan. Jika nilai probabilitas yang dihasilkan dari pengujian *at most 1, at most 2, at most 3, at most 4, at most 5* lebih kecil dari $\alpha = 5\%$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat gejala kointegrasi pada model. Sebaliknya, jika nilai $p\text{-value}$ lebih besar $> \alpha = 5\%$ maka dapat dikatakan model tidak memiliki gejala kointegrasi. Dalam penelitian ini, metode *Johansen Cointegration* digunakan untuk melakukan pengujian kointegrasi.

Tabel 5.8 Hasil Uji Kointegrasi Fisher- Johansen

Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: D(CE) D(GDP) D(FDI) D(FEC) D(DFE) D(GEP)				
Lags interval (in first differences): 1 to 2				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.483589	190.4789	95.75366	0.0000
At most 1 *	0.416388	134.9673	69.81889	0.0000
At most 2 *	0.365047	89.73166	47.85613	0.0000
At most 3 *	0.308212	51.57848	29.79707	0.0000
At most 4 *	0.149297	20.62658	15.49471	0.0077
At most 5 *	0.080442	7.044457	3.841465	0.0079
Trace test indicates 6 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				

Sumber : Eviews 12, 2024. Data diolah

Hasil yang ditunjukkan pada tabel 5.8 menunjukkan bahwa variabel CE, PDB, FDI, FEC, DFE dan GEP memiliki Probabilitas yang lebih kecil dari 0,05 ($\alpha = 5\%$) sehingga dapat dikatakan bahwa model penelitian ini terdapat hubungan kointegrasi. Dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan jangka panjang antara variabel CE, PDB, FDI, FEC, DFE dan GEP.

5.2.7 Tahapan Model Panel ECM

Analisis ini dilakukan untuk melihat pengaruh jangka pendek dan jangka panjang pada model yang hanya bisa dilakukan apabila terdapat hubungan kointegrasi. Untuk melihat hubungan variabel yang berpengaruh secara signifikan dalam jangka pendek dapat menggunakan nilai t-tabel dan t-statistik, variabel independen dapat dikatakan berpengaruh terhadap variabel dependen apabila nilai t-statistik > t-tabel.

Tabel 5.9 Estimasi Jangka Panjang

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.759419	0.804600	7.158117	0.0000
LOGGDP	0.340713	0.091166	3.737274	0.0003
LOGFDI	-0.456516	0.044100	-10.35175	0.0000
LOGFEC	0.889336	0.114858	7.742944	0.0000
DFE	0.169457	0.088161	1.922126	0.0574
GEP	0.098469	0.128390	0.766949	0.4449

Sumber : Eviews, 2024. Data Diolah

Pada gambar 5.4 diperoleh persamaan regresi jangka panjang sebagai berikut :

$$\text{LOGCE} = 5.759419 + 0.340713\text{LOGGDP} - 0.456516\text{LOGFDI} + 0.889336\text{LOGFEC} + 0.169457\text{DFE} + 0.098469\text{GEP} + \text{et}$$

Berdasarkan hasil persamaan dari hasil estimasi jangka panjang tersebut maka dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Nilai konstanta 5.759419 menjelaskan bahwa rata – rata emisi karbon di ASEAN 6 selama periode penelitian dari tahun 2005-2022 sebesar 5.75 kt dengan mengasumsikan variabel produk domestik bruto, investasi asing langsung, konsumsi energi fosil, laju deforestasi dan kebijakan ekonomi hijau tidak berubah atau tetap.
2. Variabel Produk Domestik Bruto (LOGGDP) mempunyai koefisien regresi sebesar 0.340713. Hal ini memiliki arti bahwa Produk Domestik Bruto mempunyai pengaruh positif terhadap emisi karbon. Hal ini menjelaskan bahwa setiap kenaikan 1 Triliun USD akan menaikkan 0.34 kt emisi karbon.
3. Variabel Investasi Asing Langsung (LOGFDI) mempunyai koefisien regresi sebesar -0.456516. Hal ini memiliki arti bahwa FDI berpengaruh negatif terhadap emisi karbon. Hal ini menjelaskan bahwa setiap terjadi kenaikan investasi 1 miliar USD, dengan asumsi variabel lain tidak berubah atau tetap maka akan menurunkan emisi karbon sebesar 0.45 kt.
4. Variabel Konsumsi Energi Fosil (LOGFEC) mempunyai koefisien regresi sebesar 0.889336. Hal ini memiliki arti bahwa FEC berpengaruh positif terhadap emisi

karbon. Hal ini menjelaskan bahwa setiap terjadi kenaikan konsumsi 1 Twh, dengan asumsi variabel lain tidak berubah atau tetap maka akan menaikkan emisi karbon sebesar 0.889 kt.

5. Variabel Laju Deforestasi (DFE) mempunyai koefisien regresi sebesar 0.169457. Hal ini memiliki arti bahwa laju deforestasi memiliki pengaruh positif terhadap emisi karbon. Hal ini menjelaskan bahwa setiap terjadi kenaikan 1% laju deforestasi maka akan meningkatkan emisi karbon sebesar 0.17 kt.
6. Variabel dummy Kebijakan Ekonomi Hijau (GEP) mempunyai koefisien regresi sebesar 0.098469 dengan probabilitas sebesar 0,4449 lebih besar dari tingkat $\alpha = 5\%$ ($0,4449 > 0,05$). Hal ini memiliki arti bahwa kebijakan ekonomi hijau tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon tahun 2005 – 2022 di ASEAN 6.
7. Nilai R-square (R^2) bernilai 0.757714 artinya produk domestik bruto, investasi asing langsung, konsumsi energi fosil, laju deforestasi dan kebijakan ekonomi hijau berpengaruh terhadap emisi karbon sebesar 75 persen, sisanya 25 persen dipengaruhi oleh variabel diluar penelitian.

Berdasarkan hasil estimasi, dapat dilihat variabel PDB, FDI, FEC dan GEP memiliki Prob. F Statistik $< 0,05$ artinya secara parsial variabel GDP, FDI, FEC dan GEP memiliki pengaruh secara signifikan terhadap emisi karbon dalam jangka panjang. Sedangkan variabel DFE memiliki Prob $> 0,05$ sehingga dapat disimpulkan laju deforestasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap emisi karbon dalam jangka panjang.

Tabel 5.10 Estimasi Jangka Pendek

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.010694	0.004947	2.161843	0.0332
D(LOGGDP)	-0.003064	0.013010	-0.235494	0.8143
D(LOGFDI)	0.022712	0.006990	3.249067	0.0016
D(LOGFEC)	0.741165	0.074838	9.903539	0.0000
D(DFE)	-0.021009	0.012972	-1.619598	0.1087
D(GEP)	0.004384	0.016225	0.270169	0.7876
ECT(-1)	-0.448221	0.077622	-5.774431	0.0000

Sumber : Eviews 12, 2024. Data Diolah

Berdasarkan hasil estimasi pada Tabel 5.10 diperoleh persamaan regresi jangka pendek sebagai berikut :

$$D(\text{LOGCE}) = \beta_0 + \beta_1 D(\text{LOGGDP}) + \beta_2 D(\text{LOGFDI}) + \beta_3 D(\text{LOGFEC}) + \beta_4 D(\text{DFE}) + \beta_5 D(\text{GEP}) + \text{ECT}(-1)$$

$$D(\text{LOGCE}) = 0.010694 - 0.003064\text{GDP} + 0.022712\text{FDI} + 0.741165\text{FEC} - 0.021009\text{DFE} + 0.004384\text{GEP} - 0.448221\text{ECT}_{(t-1)}$$

Berdasarkan hasil persamaan jangka pendek tersebut maka dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Nilai konstanta 0.010694 menjelaskan bahwa rata – rata emisi karbon di ASEAN 6 selama periode penelitian dari tahun 2005-2022 sebesar 0.01 kt dengan mengasumsikan variabel produk domestik bruto, investasi asing langsung, konsumsi energi fosil, laju deforestasi dan kebijakan ekonomi hijau tidak berubah atau tetap.
2. Variabel Produk Domestik Bruto mempunyai koefisien regresi sebesar -0.003064. Hal ini memiliki arti bahwa Produk Domestik Bruto mempunyai pengaruh negatif terhadap emisi karbon. Hal ini menjelaskan bahwa setiap kenaikan PDB US\$ 1 miliar, dengan asumsi variable lain tidak berubah atau tetap akan menurunkan emisi karbon sebesar 0.003 kt.
3. Variabel Investasi Asing Langsung mempunyai koefisien regresi sebesar 0.022712. Hal ini memiliki arti bahwa FDI berpengaruh positif terhadap emisi karbon. Hal ini menjelaskan bahwa terjadi kenaikan investasi US\$ 1 miliar, dengan asumsi variabel lain tidak berubah atau tetap maka akan meningkatkan emisi karbon sebesar 0.02 kt.
4. Variabel Konsumsi Energi Fosil mempunyai koefisien regresi sebesar 0.741165. Hal ini memiliki arti bahwa FEC berpengaruh positif terhadap emisi karbon. Hal ini menjelaskan bahwa setiap terjadi kenaikan konsumsi 1 Twh, dengan asumsi variabel lain tidak berubah atau tetap maka akan menaikkan emisi karbon sebesar 0.74 kt.

5. Variabel Laju Deforestasi mempunyai koefisien regresi sebesar -0.021009. Hal ini memiliki arti bahwa laju deforestasi memiliki pengaruh negatif terhadap emisi karbon. Hal ini menjelaskan bahwa setiap terjadi kenaikan 1% deforestasi maka akan menurunkan emisi karbon sebesar 0.021 kt.
6. Variabel dummy Kebijakan Ekonomi Hijau mempunyai koefisien regresi sebesar -0.004384 dengan probabilitas sebesar 0,7876 lebih besar dari tingkat $\alpha = 5\%$ ($0,7876 > 0,05$). Hal ini memiliki arti bahwa kebijakan ekonomi hijau tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon tahun 2005 – 2022 di ASEAN 6.

5.2.4 Uji Kausalitas Granger

Granger Causality digunakan untuk mengidentifikasi hubungan kausalitas antar variabel dalam model penelitian ini. Dalam pengujian ini, taraf tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 0.05 (5%) dengan panjang lag hingga 2 lag sesuai dengan hasil pengujian panjang lag optimum yang telah dilakukan sebelumnya. Keputusan untuk menolak H_0 jika nilai probabilitasnya kurang dari 5%. Jika H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan kausalitas antara variabel – variabel yang diteliti.

Tabel 5.11 Granger Causality Test

Variabel	Kausalitas Pertama	Kausalitas Kedua	Hasil Kausalitas
GDP dan CE	0.5307	0.0039	Kausalitas Satu Arah
CE dan FDI	0.7799	0.7455	Tidak ada hubungan Kausalitas
CE dan FEC	0.0569	0.3521	Kausalitas Satu Arah
CE dan DFE	0.2239	0.2718	Tidak ada Hubungan Kausalitas
CE dan GEP	0.2905	0.9256	Tidak ada hubungan Kausalitas

Sumber : Eviews 12, 2024. Data Diolah

Berdasarkan hasil tabel 5.11 bahwa variabel emisi karbon (CE) secara signifikan mempengaruhi PDB, namun tidak sebaliknya. Hal ini dapat diidentifikasi dengan nilai p-value pada kausalitas pertama (0.5307) dan kausalitas

kedua (0.0039), yang berarti bahwa untuk kausalitas pertama menerima H_1 dan kausalitas kedua menerima H_0 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel CE dan GDP memiliki hubungan kausalitas satu arah (*unidirectional causality*). Kemudian, untuk variabel investasi asing langsung (FDI) tidak secara signifikan mempengaruhi emisi karbon (CE). Hal ini diidentifikasi dengan nilai p-value pada kausalitas pertama (0.7799) dan kausalitas kedua (0.7455) yang berarti bahwa untuk kausalitas pertama dan kedua menerima H_0 dan menolak H_1 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel FDI dan CE tidak memiliki hubungan kausalitas. Untuk variabel emisi karbon (CE) secara signifikan mempengaruhi konsumsi energi fosil (FEC). Hal ini diidentifikasi dengan nilai p-value pada kausalitas pertama (0.3521) dan kausalitas kedua (0.0569), yang berarti bahwa kausalitas pertama dan kedua menerima H_1 dan menerima H_0 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel CE dan FEC memiliki hubungan kausalitas searah (*unidirectional causality*).

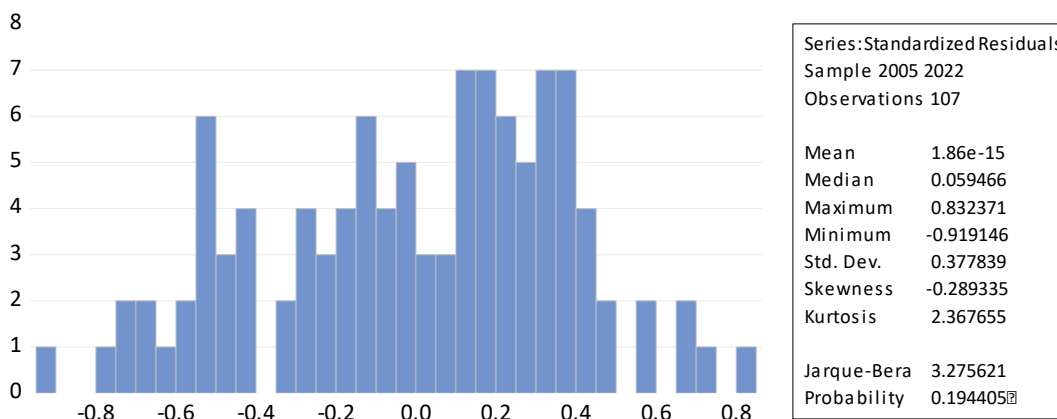
Selanjutnya, untuk variabel deforestasi (DFE) tidak secara signifikan mempengaruhi emisi karbon (CE) dan begitupun sebaliknya. Hal ini diidentifikasi dengan nilai p-value pada kausalitas pertama (0.2239) dan kausalitas kedua (0.2718) yang berarti bahwa untuk kausalitas pertama dan kedua menerima H_0 dan menolak H_1 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel DFE dan CE tidak memiliki hubungan kausalitas. Kemudian, untuk variabel dummy kebijakan ekonomi hijau (GEP) tidak secara signifikan mempengaruhi emisi karbon (CE) dan begitupun sebaliknya. Hal ini diidentifikasi dengan nilai p-value pada kausalitas pertama (0.2913) dan kausalitas kedua (0.9309) yang berarti bahwa untuk kausalitas pertama dan kedua menerima H_0 dan menolak H_1 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel GEP dan CE tidak memiliki hubungan kausalitas.

5.2.3 Uji Asumsi Klasik

1. Uji Normalitas

Uji normalitas ditujukan untuk melihat apakah data yang digunakan terdistribusi normal atau tidak. Nilai Jarque Berra dapat digunakan untuk

melakukan uji normalitas apabila nilai probabilitas JB lebih besar dari 0,05 ($JB > 0,05$) maka dapat dikatakan data dapat terdistribusi normal begitupun sebaliknya.



Gambar 5.7 Hasil Uji Normalitas

Berdasarkan Gambar 5.7 menunjukkan nilai Prob. Jarque Berra (JB) > 0,05 yaitu 0,1944. Maka dapat diartikan bahwa data yang digunakan pada penelitian ini terdistribusi normal.

1. Uji Multikolinearitas

Tujuan dari dilakukannya uji ini adalah untuk melihat ada atau tidaknya korelasi antar variabel independen dalam model regresi. Model regresi yang baik seharusnya tidak memiliki korelasi antar variabel (Ghozali dalam Nawawi, 2020). Model dikatakan terdapat multikolinearitas apabila koefisien korelasi dari masing-masing variabel independen lebih besar dari 0,8 ($> 0,8$).

Tabel 5.12 Hasil Uji Multikolinearitas

Correlation					
Variable	GDP	FDI	FEC	DFE	GEP
PDB	1.000000	0.025981	0.717135	-0.013014	0.143050
FDI	0.025981	1.000000	0.049924	0.048433	0.257442
FEC	0.717135	0.049924	1.000000	0.229222	0.160270
DFE	-0.013014	0.048433	0.229222	1.000000	0.022265
GEP	0.143050	0.257442	0.160270	0.0222652	1.000000

Sumber : Eviews 12, 2024. Data diolah

Pada tabel 5.12 menunjukkan bahwa hasil uji multikolinearitas yang dilakukan dengan melihat nilai *correlation* pada variabel penelitian. Hasil pada tabel penelitian menunjukkan variabel PDB, FDI dan EGP memiliki nilai koefisien lebih kecil dari 0,8 sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan tidak terkena masalah multikolinearitas.

2. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model terdapat ketidaksamaan varian dari satu pengamatan ke pengamatan lainnya. Dikatakan tidak terdapat heteroskedastisitas apabila residual bergerak secara konstan atau tetap.

Tabel 5.13 Hasil Uji Heteroskedastisitas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-6419.159	3426.523	-1.873374	0.0000
GDP	0.185242	0.016496	11.22973	0.0000
FDI	-1.636475	0.201867	-8.106713	0.0000
FEC	206.0868	8.205316	25.11625	0.0000
DFE	-12466.28	4798.909	-2.597732	0.0087
GEP	-1373.886	3297.907	-0.416593	0.5542

Sumber : Eviews 12, 2024. Data diolah

Hasil uji heteroskedastisitas yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 5.13 yang menunjukkan terdapat nilai p variabel $< 0,05$ ($\alpha = 5\%$), maka dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan mengalami masalah heteroskedastisitas.

5.2.6. Uji Hipotesis Jangka Pendek

1. Uji F Statistik Jangka Pendek

Uji F digunakan dalam penelitian ini untuk menguji secara menyeluruh dan bersama – sama apakah seluruh variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen secara signifikan dengan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 5.14 Uji F Statistik Jangka Pendek

F-Statistic	23.85778
Prob (F-Statistic)	0.000000

Sumber : Eviews 12, 2024. Data Diolah

Dari olahan data diatas, nilai Prob F-Statistik jangka pendek produk domestik bruto, investasi asing langsung, konsumsi energi fosil, laju deforestasi dan kebijakan ekonomi hijau memiliki p-value $0,00000 < 0,05$. Hal ini menjelaskan bahwa variabel produk domestik bruto, investasi asing langsung, konsumsi energi fosil, laju deforestasi dan kebijakan ekonomi hijau secara simultan atau bersama – sama berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon, sehingga dapat diambil keputusan H_0 ditolak atau H_1 diterima.

2. Uji t Statistik Jangka Pendek

Uji t digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk menguji secara parsial atau individu apakah setiap variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen secara signifikan dengan ketentuan jika nilai prob t-statistik lebih kecil dari tingkat signifikansi yaitu $\alpha = 5\%$. Dalam melihat pengaruh secara parsial maka dilakukan uji hipotesis dengan t statistik dengan jumlah distribusi frekuensi sebanyak $108-5 = 103$ hasil estimasi sebagai berikut :

Tabel 5.15 Uji t Statistik Jangka Pendek

No	Variabel	t-Statistik	t-Tabel	Prob	Kesimpulan
1	GDP	-0.235494	1.6597	0.8143	Tidak Signifikan
2	FDI	3.249067	1.6597	0.0016	Signifikan
3	FEC	9.903539	1.6597	0.0000	Signifikan
4	DFE	-1.619598	1.6597	0.1087	Tidak Signifikan
5	GEP	0.270169	1.6597	0.7876	Tidak Signifikan
6	ECT(-1)	-5.774431	1.6597	0.0000	Signifikan

Sumber : E-views 12, 2024. Data Diolah

Berdasarkan tabel 5.15 menunjukkan hasil uji t statistik, yaitu untuk melihat pengaruh secara parsial pada setiap variabel dengan tingkat $\alpha = 5\%$ maka $108-6 = 102$, maka nilai t-tabel sebesar 1.6599. Adapun penjelasan yaitu sebagai berikut :

1. Dari hasil olahan data, diketahui bahwa nilai prob t-statistik (p-value) variabel produk domestik bruto memiliki prob sebesar $0.8143 > 0,05$ yang artinya secara parsial variabel produk domestik bruto tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 diterima dan H_1 ditolak.
2. Dari hasil olahan data, diketahui bahwa nilai prob t-statistik (p-value) variabel investasi asing langsung memiliki prob sebesar $0.0016 < 0,05$ yang artinya secara parsial variabel investasi asing langsung berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima.
3. Dari hasil olahan data, diketahui bahwa nilai prob t-statistik (p-value) variabel konsumsi energi fosil memiliki prob sebesar $0.0000 < 0,05$ yang artinya secara parsial variabel konsumsi energi fosil berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima.
4. Dari hasil olahan data, diketahui bahwa nilai prob t-statistik (p-value) variabel laju deforestasi memiliki prob sebesar $0.1087 > 0,05$ yang artinya secara parsial variabel laju deforestasi tidak berpengaruh signifikan

terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 diterima dan H_1 ditolak.

5. Dari hasil olahan data, diketahui bahwa nilai prob t-statistik (p-value) variabel dummy kebijakan ekonomi hijau memiliki prob sebesar $0.7876 > 0,05$ yang artinya secara parsial kebijakan ekonomi hijau tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 diterima dan H_1 ditolak.

5.2.7 Uji Hipotesis Jangka Panjang

1. Uji F Statistik Jangka Panjang

Uji F digunakan dalam penelitian ini untuk menguji secara menyeluruh dan bersama – sama apakah seluruh variabel independen berpengaruh terhadap variabel dependen secara signifikan dengan ketentuan sebagai berikut :

Tabel 5.16 Uji F Statistik Jangka Panjang

F-Statistic	63.17262
Prob (F-Statistic)	0.000000

Sumber : Eviews 12, 2024. Data Diolah

Dari olahan data diatas, nilai Prob F-Statistik jangka panjang produk domestik bruto, investasi asing langsung, konsumsi energi fosil, laju deforestasi dan kebijakan ekonomi hijau memiliki p-value $0,00000 < 0,05$. Hal ini menjelaskan bahwa variabel produk domestik bruto, investasi asing langsung, konsumsi energi fosil, laju deforestasi dan kebijakan ekonomi hijau secara simultan atau bersama – sama berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon, sehingga dapat diambil keputusan H_0 ditolak atau H_1 diterima.

2.Uji t Statistik Jangka Panjang

Uji t bertujuan untuk menguji pengaruh secara individu setiap variabel independen terhadap dependen dengan mempertimbangkan jika nilai prob t-statistik lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$, maka pengaruh dianggap

signifikan. Untuk melihat pengaruh secara parsial, dilakukan uji hipotesis menggunakan t-statistik dengan jumlah distribusi frekuensi sebanyak 108 objek hasil estimasi sebagai berikut :

Tabel 5.17 Uji t Statistik Jangka Panjang

No	Variabel	t-Statistik	t-Tabel	Prob	Kesimpulan
1	GDP	4.168983	1.6591	0.0003	Signifikan
2	FDI	-10.74138	1.6591	0.0000	Signifikan
3	FEC	10.60384	1.6591	0.0000	Signifikan
4	DFE	1.559090	1.6591	0.0574	Signifikan
5	GEP	1.862074	1.6591	0.4449	Tidak Signfikan

Sumber : E-views 12, 2024. Data Diolah

Berdasarkan analisis data dari tabel 5.17, hasil uji t-statistik menunjukkan pengaruh secara parsial setiap variabel terhadap emisi karbon dengan tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ dengan jumlah df (distribusi frekuensi) adalah 108, dengan nilai t-tabel sebesar 1.6591. Penjelasan analisis data dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai prob t-statistik (p-value) variabel produk domestik bruto memiliki prob sebesar $0.0003 < 0,05$ yang artinya secara individu variabel produk domestik bruto berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima.
2. Untuk variabel investasi asing langsung, diketahui nilai prob t-statistik (p-value) sebesar $0.0000 < 0,05$ yang artinya secara parsial variabel investasi asing langsung berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima.
3. Dari hasil olahan data, diketahui bahwa nilai prob t-statistik (p-value) variabel konsumsi energi fosil memiliki prob sebesar $0.0000 < 0,05$ yang artinya secara parsial variabel konsumsi energi fosil berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima.

4. Dari hasil olahan data, diketahui bahwa nilai prob t-statistik (p-value) variabel laju deforestasi memiliki prob sebesar $0.0574 < 0,05$ yang artinya secara parsial variabel laju deforestasi berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 ditolak dan H_1 diterima.
5. Dari hasil olahan data, diketahui bahwa nilai prob t-statistik (p-value) variabel dummy kebijakan ekonomi hijau memiliki prob sebesar $0.4449 > 0,05$ yang artinya secara parsial kebijakan ekonomi hijau tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel emisi karbon. Maka dapat diambil keputusan H_0 diterima dan H_1 ditolak.

5.2.8 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan variabel independen mencerminkan variabel dependen. Diketahui nilai koefisien determinasi yaitu 0,765834 artinya bahwa 76% emisi karbon dipengaruhi oleh faktor produk domestik bruto, investasi asing langsung, konsumsi energi fosil, laju deforestasi dan kebijakan ekonomi hijau. Sedangkan, sisanya 34% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak termasuk penelitian ini.

5.3 Analisis Ekonomi

5.3.1 Pengaruh Produk Domestik Bruto Terhadap Emisi Karbon

Berdasarkan hasil dan analisis data, menunjukkan bahwa dalam jangka pendek, Produk Domestik Bruto total (PDB) tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon dengan probabilitas sebesar $0.8143 > 0,05$ tetapi dalam jangka panjang berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon dengan probabilitas sebesar $0,0003 < 0,05$. Dalam jangka pendek, perubahan naik atau turunnya PDB tidak secara langsung mempengaruhi emisi karbon. Hal ini dikarenakan konsumsi energi tidak berubah signifikan meskipun PDB berubah. Ini disebabkan oleh elastisitas permintaan energi yang rendah artinya konsumsi energi tidak terlalu sensitif terhadap perubahan PDB. Selain itu, perubahan struktur ekonomi dalam jangka pendek seperti pergeseran dari sektor industri ke sektor jasa atau digital

yang tidak banyak menggunakan energi umumnya memiliki jejak karbon yang lebih rendah.

Namun, dalam jangka panjang PDB dapat berpengaruh positif terhadap emisi karbon dikarenakan pertumbuhan ekonomi cenderung meningkatkan aktivitas industri dan konsumsi energi yang signifikan. Hal ini didukung oleh penelitian oleh Ramadanti dan Subardin (2024) yang menemukan bahwa PDB berpengaruh positif terhadap terhadap emisi karbon di Indonesia, Singapura dan Myanmar selama periode 1990-2019. Ketika ekonomi tumbuh, sektor industri yang menjadi penopang utama pertumbuhan akan meningkatkan kapasitas produksinya, yang berarti lebih banyak penggunaan bahan bakar fosil untuk mengoperasikan mesin – mesin fasilitas produksi. Proses produksi ini secara langsung menghasilkan emisi karbon melalui pembakaran bahan bakar dan berbagai proses kimia industrial. Hal tersebut sesuai dengan hipotesis EKC bahwa PDB berpengaruh positif terhadap emisi karbon (CO₂) dalam jangka panjang. Berdasarkan kondisi perkembangannya selama tahun 2005 - 2022 emisi karbon mengalami peningkatan yang fluktuatif namun lebih cenderung terjadi peningkatan setiap tahunnya di ASEAN 6. Sedangkan, PDB juga mengalami peningkatan yang fluktuatif. Dengan hal tersebut dapat dijelaskan bahwa peningkatan PDB dalam jangka pendek dan panjang tidak selamanya akan meningkatkan emisi karbon (CO₂). Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Candra (2018) yang memperlihatkan hasil bahwa PDB tidak mempunyai hubungan signifikan terhadap emisi karbon (CO₂) di ASEAN dan didukung juga oleh penelitian yang dilakukan Tang (2017) bahwa PDB tidak memiliki dampak yang signifikan terhadap emisi karbon dioksida (CO₂) di 17 negara di Asia.

5.3.2 Pengaruh FDI Terhadap Emisi Karbon

Berdasarkan hasil dan analisis data, menunjukkan bahwa FDI (*Foreign Direct Investment*) dalam rentang waktu tahun 2005 sampai 2022 mempunyai pengaruh positif dalam jangka pendek dan pengaruh negatif signifikan dalam jangka panjang terhadap emisi karbon dengan probabilitas masing-masing kurang

dari nilai signifikansi $\alpha = 5\%$ sebesar 0,000 dan 0,0016. Dalam jangka pendek, masuknya FDI ke suatu negara dapat meningkatkan emisi karbon. Ketika aliran FDI masuk, maka terjadi ekspansi aktivitas industri yang bisa ditandai seperti pembukaan lahan untuk pembangunan pabrik di area pertanian atau lahan yang kosong dan fasilitas produksi yang beroperasi seperti masih menggunakan teknologi lama, alat-alat berat yang bekerja membutuhkan energi fosil dalam jumlah besar, mobilitas tenaga kerja yang meningkat dan muncul kebutuhan infrastruktur fisik pendukung yang harus dibangun cepat mulai dari jalan, pembangkit listrik, transportasi maupun aktivitas operasional lainnya yang memicu peningkatan emisi karbon yang signifikan. Hasil penelitian ini didukung penelitian oleh Huang et al., (2022) yang menunjukkan bahwa dampak investasi asing langsung (*foreign direct investment*) berpengaruh positif pada emisi karbon di perekonomian negara G20 selama tahun 1996-2018. Hal ini diyakini oleh perusahaan asing yang menghindari regulasi lingkungan yang ketat dan masih menggunakan teknologi lama yang murah dan cepat walaupun bergantung pada energi fosil daripada melakukan transisi ke teknologi rendah karbon karena biaya yang mahal sehingga memproduksi emisi karbon secara terus-menerus.

Namun, seiring berjalannya waktu terdapat pengaruh negatif FDI terhadap emisi karbon dalam jangka panjang. FDI yang masuk ke suatu negara yang bersifat aset fisik memberikan transformasi positif dalam hal teknologi dan praktik industri. Perusahaan-perusahaan multinasional membawa standar operasional yang lebih modern termasuk teknologi ramah lingkungan yang lebih canggih dan lebih efisien dalam penggunaan energi yang pada gilirannya dapat menurunkan intensitas emisi karbon per unit produksi. Hal ini sesuai dengan temuan ilmiah oleh Sitthivanh & Srithilat, (2022) yang mendukung *pollution halo hypothesis* (PHH) bahwa investasi asing secara signifikan meningkatkan penggunaan produksi yang lebih bersih dan memainkan peranan penting dalam peningkatan teknologi di sektor ekonomi sehingga membantu mengurangi polusi udara di ASEAN. Penelitian lain oleh Ramadanti dan Subardin (2024) juga menemukan bahwa FDI yang tinggi dapat mengurangi emisi CO₂. Selain itu, perusahaan multinasional sering menerapkan standar lingkungan global yang

lebih ketat daripada regulasi lokal di negara penerima investasi. Manfaat lainnya, investasi asing juga berkontribusi dalam peningkatan pendapatan masyarakat, transfer ilmu pengetahuan kepada masyarakat lokal dengan penggunaan energi ramah lingkungan dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup masyarakat di negara tersebut.

5.3.3 Pengaruh Konsumsi Energi Fosil Terhadap Emisi Karbon

Berdasarkan hasil regresi PECM konsumsi energi fosil pada model jangka pendek dan jangka panjang sama-sama berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi karbon yang dapat dilihat dari probabilitas $0,000 < 0,05$. Pada jangka pendek, pertumbuhan ekonomi yang meningkatkan permintaan energi dapat menyebabkan peningkatan konsumsi energi fosil, yang pada gilirannya meningkatkan emisi karbon. Peningkatan signifikan emisi karbon akan berlanjut dalam jangka panjang saat laju ekspansi ekonomi dan industrialisasi memerlukan penggunaan energi besar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hanif et al., (2019) yang mengungkapkan bahwa degradasi lingkungan yang cepat di kawasan ASEAN disebabkan konsumsi bahan bakar fosil secara besar-besaran untuk menguntungkan pertumbuhan ekonomi. Selain itu, studi ilmiah Sekar Palupi et al., (2023) menunjukkan bahwa penggunaan gas alam 1% akan meningkatkan emisi karbon 0,24%, kenaikan 1% penggunaan batu bara akan meningkatkan emisi karbon sebesar 0,71% pada sampel 12 Negara Eropa. Studi ilmiah Behera dan Dash (2017) juga menemukan bahwa konsumsi bahan bakar fosil negara-negara berpendapatan menengah di kawasan Asia Selatan dan Asia Tenggara (SSEA) secara signifikan meningkatkan emisi CO₂ dan hasilnya menunjukkan dampak keseluruhan konsumsi energi terhadap emisi CO₂ cukup kuat daripada dampak arus masuk FDI.

5.3.4 Pengaruh Laju Deforestasi Terhadap Emisi Karbon

Deforestasi merupakan pengurangan luas hutan akibat penebangan pohon, pembakaran hutan dan perubahan penggunaan lahan yang memiliki dampak terhadap emisi karbon. Berdasarkan hasil analisis data, laju deforestasi dalam

jangka pendek tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon dengan probabilitas jangka pendek $0,1087 > 0,05$ namun dalam jangka panjang deforestasi berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon dengan probabilitas jangka panjang $0,0574 < 0,05$. Pada jangka pendek, laju deforestasi tidak berpengaruh terhadap emisi karbon disebabkan aktivitas deforestasi masih berada di skala yang kecil, sehingga volume emisi karbon yang dihasilkan belum mencapai tingkat yang signifikan. Hasil penelitian oleh Gamatara & Kusumawardani (2024) menggunakan metode DOLS yang menemukan bahwa peningkatan deforestasi sebesar 1% akan menyebabkan peningkatan emisi CO₂ sebesar 0,0261%.

Berdasarkan hasil regresi ECM jangka panjang, laju deforestasi berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon. Hal ini dikarenakan deforestasi mengurangi jumlah pohon yang dapat menyerap CO₂ dari atmosfer, sehingga dalam jangka panjang, pengurangan luas hutan secara drastis mengurangi kapasitas penyerapan karbon dan memperburuk akumulasi gas rumah kaca di atmosfer. Selain itu, intensitas deforestasi meningkat disebabkan meningkatnya permintaan ekonomi yaitu pembukaan lahan untuk komoditas pertanian, perkebunan sawit, karet dan komoditas lainnya yang dapat merusak lahan. Hasil estimasi ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Raihan et al. (2022) yang menunjukkan bahwa penurunan 1% deforestasi memiliki efek jangka panjang sebesar 5,41 % peningkatan emisi karbon. Arshad et al., (2020) juga menyatakan bahwa deforestasi berpengaruh terhadap peningkatan emisi CO₂ di wilayah SSEA dan dapat mempengaruhi pembangunan berkelanjutan dalam jangka panjang.

5.3.5 Pengaruh Kebijakan Ekonomi Hijau Terhadap Emisi Karbon

Berdasarkan hasil regresi jangka pendek dan jangka panjang, variabel dummy kebijakan ekonomi hijau sama-sama tidak berpengaruh signifikan terhadap emisi karbon hal ini dapat dilihat dari probabilitas 0,7876 dan 0,4449 $> 0,05$. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh implementasi kebijakan ekonomi hijau seringkali memerlukan waktu yang lama dan membutuhkan koordinasi antar berbagai sektor dan stakeholders di ASEAN-6. Selain itu, kebijakan ekonomi

hijau seringkali fokus pada aspek-aspek tertentu, seperti efisiensi energi, pengembangan sumber energi terbarukan, dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Meskipun upaya ini penting, namun mungkin belum mencakup seluruh aspek yang berkontribusi terhadap emisi karbon, seperti sektor industri dan transportasi.

Kebijakan ekonomi hijau juga dapat menghadapi tantangan politis dan sosial. Pengurangan emisi karbon seringkali memerlukan perubahan perilaku dan gaya hidup masyarakat, yang dapat menimbulkan resistensi dari berbagai pihak. Penelitian yang mendukung pernyataan ini ialah Sekar Palupi et al. (2023) yang menggunakan pajak karbon sebagai wujud kebijakan ekonomi hijau yang telah diimplementasikan pada tahun 2016 – 2020 di 12 Negara Eropa. Hasil estimasi menunjukkan pajak karbon tidak memengaruhi emisi karbon di 12 Negara Eropa dalam kurun waktu 5 tahun. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian oleh Daniya & Tang, (2024) dimana fokus kebijakan ekonomi hijau yang diambil yaitu keuangan hijau dapat menurunkan intensitas karbon lokasi percontohan dengan rata-rata 7,88% dan pengurangan ketahanan emisi karbon perusahaan di Kazakhstan. Studi ilmiah oleh Sulisnaningrum et al., (2023) menginvestigasi biaya lingkungan termasuk pajak karbon, pajak gas dan pajak listrik dapat mengurangi tingkat emisi karbon pada sektor industri transportasi dan mendukung transportasi yang ramah lingkungan di Asia Tenggara.

5.4 Implikasi Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil uji dan alat analisis data, penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar variabel yang mempengaruhi emisi karbon memiliki pengaruh signifikan terhadap emisi karbon di ASEAN-6. Temuan ini menyoroti beberapa aspek kunci dalam pengembangan kebijakan yang dapat menurunkan emisi karbon. Oleh karena itu, penelitian ini merumuskan kebijakan yang dapat diimplementasikan oleh pemerintah untuk menurunkan emisi karbon melalui faktor yang mempengaruhi yakni PDB, investasi asing langsung (FDI), konsumsi energi fosil, laju deforestasi dan kebijakan ekonomi hijau.

Pada faktor PDB sebagai tolak ukur aktivitas ekonomi biasanya disertai dengan peningkatan permintaan energi untuk mendukung produksi barang, transportasi dan konsumsi. Negara-negara dengan PDB yang tumbuh cenderung meningkatkan kapasitas produksi industri untuk memenuhi permintaan domestik dan ekspor. Banyak sektor industri, seperti manufaktur, pertambangan, pembangkit listrik merupakan kontributor utama emisi karbon. Aktivitas industri ini sangat intensif energi dan mengeluarkan sejumlah besar CO₂ selama proses produksinya. Ketika ekonomi tumbuh, output dari sektor-sektor tersebut juga meningkat, yang mengarah pada peningkatan emisi karbon dalam jangka panjang. Oleh karena itu, kebijakan yang dapat dilakukan pemerintah untuk upaya menurunkan emisi karbon sebagai berikut :

1. Menerapkan pajak karbon (*carbon tax*) : Memberlakukan pajak lingkungan atas aktivitas yang menghasilkan emisi tinggi sehingga mendorong penggunaan energi terbarukan dan pengembangan teknologi yang efisien. Di negara-negara yang menerapkan pajak karbon terutama negara Eropa, seringkali terjadi penurunan signifikan dalam intensitas emisi karbon karena keterbatasan energi fosil sehingga perusahaan lebih tertarik untuk mencari solusi energi yang lebih bersih.
2. Sistem cap and trade : Pemerintah di negara ASEAN 6 harus menetapkan batas maksimum emisi karbon yang diperbolehkan untuk sektor-sektor tertentu. Perusahaan yang menghasilkan emisi di bawah batas tersebut dapat menjual izin emisinya kepada perusahaan lain yang melebihi batas. Dengan demikian, tercipta pasar untuk izin emisi dan memungkinkan perusahaan memperdagangkan kuota emisi mereka.
3. Subsidi dan insentif energi terbarukan : Pemerintah memberikan subsidi, insentif pajak, atau dukungan finansial untuk proyek energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan biomassa. Kebijakan ini juga bisa mencakup dukungan untuk riset dan pengembangan teknologi energi hijau. Sehingga, menurunkan harga adopsi teknologi

bersih di pasar dan mempercepat transisi dari bahan bakar fosil ke energi terbarukan.

4. Investasi dalam infrastruktur hijau : Pemerintah mendorong pembangunan infrastruktur berkelanjutan, seperti transportasi umum yang ramah lingkungan (bus listrik, kereta api, jaringan transportasi berbasis listrik), sistem pengelolaan sampah yang lebih efisien, serta sistem energi yang mendukung energi terbarukan. Manfaat lainnya juga menciptakan peluang ekonomi baru dalam sektor hijau dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat.
5. Pendanaan hijau dan kebijakan keuangan berkelanjutan: Pemerintah dapat mendorong lembaga keuangan untuk menyediakan pendanaan hijau, seperti obligasi hijau atau pinjaman dengan bunga rendah untuk proyek-proyek yang ramah lingkungan. Selain itu, kebijakan keuangan berkelanjutan dapat mengarahkan investasi ke sektor-sektor rendah karbon. Dampaknya, akses terhadap pembiayaan murah bagi proyek energi terbarukan atau inisiatif hijau lainnya dapat mempercepat transisi menuju ekonomi rendah karbon. Dengan mendukung pendanaan hijau, sektor swasta juga akan lebih terdorong untuk berinvestasi dalam proyek-proyek berkelanjutan.

Kemudian, melihat pengaruh positif antara investasi asing langsung (FDI) terhadap emisi karbon yang mengartikan bahwa semakin meningkatnya investasi asing masuk ke dalam sektor maka akan meningkatkan emisi karbon. Negara-negara seperti Indonesia, Thailand, dan Vietnam, sering kali menjadi target investasi asing di sektor-sektor yang intensif karbon, seperti pertambangan, manufaktur berat, dan energi fosil. FDI di sektor-sektor ini berpotensi memperburuk emisi karbon karena karakteristik industri tersebut yang cenderung menghasilkan banyak polusi. Adapun rekomendasi kebijakan yang dapat dilakukan negara ASEAN 6 mengurangi emisi karbon :

1. Regulasi lingkungan : Negara-negara ASEAN 6 perlu memperkuat regulasi lingkungan mereka untuk memastikan bahwa FDI yang masuk

tidak memperburuk kerusakan lingkungan. Pemerintah perlu menetapkan standar emisi yang lebih ketat dan mendorong perusahaan asing untuk berinvestasi dalam teknologi hijau yang ramah lingkungan.

2. Investasi hijau : Penting untuk mengarahkan FDI ke sektor-sektor yang memiliki potensi rendah karbon dan ramah lingkungan, seperti energi terbarukan, efisiensi energi atau proyek pembangunan rendah karbon. Dalam hal ini, Vietnam telah menunjukkan beberapa kemajuan dengan menarik investasi asing yang signifikan di sektor energi surya dan angin. Salah satunya pemerintah Vietnam telah memberikan insentif yang kuat bagi investor asing yang telah berkontribusi dalam pengembangan energi bersih, yang diharapkan dapat membantu mengurangi ketergantungan negara tersebut pada energi fosil.
3. Mendorong transfer teknologi hijau: ASEAN 6 perlu mengembangkan mekanisme yang mendorong transfer teknologi hijau dari negara-negara maju melalui FDI. Ini dapat dilakukan melalui perjanjian perdagangan internasional yang memasukkan klausul lingkungan, atau dengan memberikan insentif pajak kepada perusahaan asing yang berinvestasi dalam proyek-proyek ramah lingkungan. Peningkatan transfer teknologi akan membantu negara-negara ASEAN 6 untuk mengurangi emisi karbon mereka sembari tetap mempertahankan pertumbuhan ekonomi.

Sebagian besar negara ASEAN masih mengandalkan sumber energi fosil sebagai sumber utama dalam pembangunan ekonomi. Pengurangan konsumsi energi secara tajam dapat mengancam pertumbuhan ekonomi karena energi merupakan penggerak utama bagi sektor industri. Namun, negara-negara ASEAN dapat mengupayakan penghematan energi untuk membatasi produksi emisi yang besar dan transisi hijau dengan menerapkan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Beberapa bentuk kebijakan konservasi energi yang dapat dilakukan :

1. Diversifikasi sumber energi : adalah strategi yang melibatkan penggunaan berbagai jenis sumber energi sebagai alternatif energi yang lebih bersih untuk mengurangi ketergantungan pada energi konvensional seperti bahan bakar fosil (minyak bumi, gas alam dan batu bara) dengan mempercepat transisi EBT, seperti tenaga surya, angin, hidro, dan biomassa.
2. Peningkatan efisiensi energi : Kebijakan konservasi ini berfokus pada pengurangan penggunaan energi dengan meningkatkan efisiensi sistem yang ada. Ini termasuk penggunaan teknologi yang lebih hemat energi di sektor industri, transportasi, dan rumah tangga. Adapun beberapa contoh yang dapat dilakukan yaitu penggantian lampu pijar dengan teknologi efisien (LED), penggunaan kendaraan listrik, dan penggunaan teknologi digital (smart grid) untuk mengelola distribusi energi lebih efisien.
3. Regulasi ketat dari sektor energi : Negara-negara ASEAN 6 perlu menetapkan batas emisi yang lebih ketat dan mendorong penggunaan teknologi yang lebih efisien dan bersih di sektor pembangkit listrik dan transportasi. Misalnya, Indonesia perlu memperkuat upaya pengurangan emisi dari pembangkit listrik tenaga batu bara dengan menerapkan teknologi penangkapan dan penyimpanan karbon (carbon capture and storage) atau beralih ke gas alam yang lebih bersih sebagai alternatif batu bara.

Selanjutnya, salah satu isu lingkungan yang paling mendesak yang dihadapi negara – negara ASEAN 6 yaitu deforestasi. Kawasan ini memiliki hutan hujan tropis yang luas, tidak hanya berfungsi sebagai sumber daya ekonomi tetapi juga penyerap karbon penting bagi keseimbangan global. Namun, dalam beberapa dekade terakhir, deforestasi di ASEAN 6 telah meningkat pesat, terutama karena ekspansi industri kelapa sawit, perkebunan karet, pertambangan, dan urbanisasi yang cepat. Meskipun dampak langsung deforestasi terhadap emisi karbon di jangka pendek mungkin belum selalu terasa, dalam jangka panjang, laju

deforestasi ini berpotensi besar meningkatkan emisi karbon secara signifikan. Beberapa rekomendasi kebijakan yang dapat dilakukan pemerintah yaitu :

1. Moratorium penebangan hutan : Negara-negara ASEAN 6 perlu memberlakukan larangan sementara atau permanen terhadap penebangan hutan di area tertentu. Hal ini bertujuan agar lebih proaktif dalam melindungi hutan primer dan lahan gambut untuk mencegah deforestasi lebih lanjut. Pengelolaan sumber daya hutan yang berkelanjutan harus menjadi prioritas utama untuk menghindari dampak negatif jangka panjang terhadap emisi karbon.
2. Melakukan reboisasi dan aforestasi : Negara ASEAN 6 perlu upaya mitigasi melalui peningkatan reboisasi dan restorasi lahan yang rusak. Meskipun reboisasi tidak sepenuhnya dapat menggantikan fungsi ekologis dari hutan primer, hal ini tetap merupakan langkah penting untuk mengurangi emisi karbon dalam jangka panjang dan memperbaiki kapasitas penyerapan karbon. Beberapa negara ASEAN 6 terutama Indonesia dan Vietnam telah aktif dalam program internasional yaitu REDD+ (*Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation*) dimana negara, perusahaan atau masyarakat lokal mendapatkan insentif sebagai bentuk menjaga hutan dan mencegah penurunan kualitas hutan serta mengurangi emisi karbon dari deforestasi.
3. Kebijakan ekonomi berkelanjutan : Banyak deforestasi yang terjadi di ASEAN 6 disebabkan oleh ekspansi industri kelapa sawit, karet, dan pertambangan. Pemerintah perlu mendorong praktik-praktik industri yang lebih berkelanjutan, misalnya melalui sertifikasi hasil produk hutan keberlanjutan (*Forest Stewardship Council*) atau (*Roundtable on Sustainable Palm Oil*), pengembangan ekowisata berkelanjutan, dan pengembangan agroforestri serta inisiatif membuka perdagangan pasar karbon.

Sejalan dengan tren global menuju pembangunan berkelanjutan, banyak negara telah memperkenalkan kebijakan ekonomi hijau. Kebijakan ini mencakup 3 aspek utama yaitu ekonomi, lingkungan dan sosial. Berbagai kebijakan yang termasuk, seperti peningkatan pemanfaatan sumber energi terbarukan, optimalisasi pengelolaan limbah yang lebih efisien, investasi dalam infrastruktur hijau, lapangan kerja hijau, finansial hijau dan reformasi pajak untuk mendukung aktivitas ekonomi yang ramah lingkungan. Kebijakan ekonomi hijau telah menjadi agenda utama dalam upaya negara-negara di seluruh dunia untuk mengatasi tantangan lingkungan berkelanjutan, termasuk di kawasan ASEAN 6, yang terdiri dari Indonesia, Malaysia, Singapura, Thailand, Filipina, dan Vietnam. Dalam beberapa dekade terakhir, negara-negara ASEAN 6 telah berupaya menerapkan berbagai kebijakan ekonomi hijau. Namun, seringkali pengimplementasian kebijakan tersebut tidak sesuai dengan kenyataan di lapangan. Beberapa faktor kunci yang menyebabkan hal ini ialah ketergantungan pada energi fosil, kelemahan dan ketidaksesuaian antara prinsip pertumbuhan ekonomi dan kebijakan ekonomi hijau.

Beberapa implikasi utama yang harus dipertimbangkan dalam menerapkan kebijakan ekonomi hijau yaitu :

1. Perlu perubahan paradigma dalam kebijakan energi : Salah satu implikasi utama dari penelitian ini adalah perlunya perubahan paradigma dalam kebijakan energi di ASEAN 6. Negara-negara di kawasan ini harus berkomitmen untuk mengurangi ketergantungan mereka pada energi fosil dan mempercepat transisi ke energi terbarukan. Meskipun transisi ini mungkin mahal dan memerlukan waktu, penelitian menunjukkan bahwa kebijakan hijau tidak akan berhasil mengurangi emisi karbon jika energi fosil tetap menjadi sumber utama energi.
2. Perlunya penguatan implementasi dan pengawasan : Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kebijakan hijau hanya akan efektif jika didukung oleh implementasi dan pengawasan yang kuat. Negara-

negara ASEAN 6 perlu meningkatkan kapasitas institusi mereka untuk menegakkan regulasi lingkungan, mengatasi korupsi, kolusi dan nepotisme (KKN), dan memastikan bahwa kebijakan hijau benar-benar direalisasikan di lapangan. Ini mungkin memerlukan reformasi birokrasi, peningkatan transparansi, dan penguatan sistem hukum lingkungan.

3. Reorientasi kebijakan ekonomi yang mengutamakan keberlanjutan : Untuk mencapai keberlanjutan jangka panjang, negara-negara ASEAN 6 harus mengintegrasikan kebijakan hijau ke dalam inti strategi pembangunan mereka, bukan hanya sebagai kebijakan tambahan. Ini berarti bahwa pertimbangan lingkungan harus menjadi bagian integral dari perencanaan ekonomi, termasuk dalam pengembangan infrastruktur, industrialisasi, dan investasi asing. Tujuan ekonomi jangka pendek harus diseimbangkan dengan tujuan keberlanjutan jangka panjang.
4. Kolaborasi yang kuat antar regional : ASEAN sebagai organisasi regional memiliki potensi untuk memperkuat upaya kolektif dalam mengatasi perubahan iklim dan mempromosikan ekonomi hijau. Negara-negara ASEAN 6 harus meningkatkan kerjasama regional dalam hal berbagi penelitian, teknologi, pendanaan, dan pengalaman terkait kebijakan ekonomi hijau. Kerja sama ini juga dapat membantu mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan memfasilitasi transisi ke ekonomi rendah karbon di seluruh kawasan.

Terakhir, meskipun dalam penerapan program atau kebijakan awalnya membutuhkan biaya yang mahal namun dapat menciptakan perubahan ke arah berkelanjutan untuk menghindari resiko perubahan iklim dan diharapkan bahwa upaya ini dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dan memotivasi individu untuk beralih ke bahan bakar hijau dalam jangka panjang. Implementasi di tingkat regional ASEAN 6 dapat menciptakan efek skala dan sinergi yang mungkin tidak terlihat jika hanya diterapkan di satu negara dan diperlukan adanya penyesuaian

atau perbaikan dalam desain dan implementasi kebijakan untuk meningkatkan efektivitasnya dalam mengurangi emisi karbon.