

# Pengaruh Investasi Hijau, Ekspor, dan Harga Energi terhadap Emisi Karbondioksida (CO<sup>2</sup>) dimediasi oleh Konsumsi Listrik

IBNU ALVARISY<sup>1\*</sup>; ANDEWI ROKHMAWATI<sup>2</sup>; POPPY NURMAYANTI<sup>3</sup>

Universitas Riau

Jln. HR. Soebrantas, Kampus Bina Widya KM. 12,5, Pekanbaru, 28293

\*E-mail : ibnualvarisy@gmail.com (korespondensi)

**Abstract:** This study aims to analyze and examine the effect of green investment, exports, and energy prices on carbon dioxide emissions through electricity consumption. The research was conducted at manufacturing companies located in Indonesia. This study uses path analysis using Structural Equation Modeling (SEM-PLS). The results of this study indicate that increasing the value of green investment can increase CO<sub>2</sub> emissions. However, it is different from exports and energy prices where any increase in export values and energy prices can reduce CO<sub>2</sub> emissions. Other results show an increase in green investment, exports, and energy prices can increase electricity consumption. In addition, the results of this study conclude that electricity consumption cannot mediate the effect of green investment, exports, and energy prices on CO<sub>2</sub> emissions.

**Keywords:** *CO<sub>2</sub> Emissions, Electrical Energy Consumption, Green Investment, Exports, Energy Prices, Manufacturing Companies*

Perubahan iklim yang disebabkan oleh pemanasan global berdampak terhadap keadaan bumi saat ini dan telah menjadi masalah utama yang dihadapi oleh seluruh negara di dunia (Irwhantoko & Basuki, 2016). Tidak hanya berdampak terhadap keadaan bumi saat ini, pemanasan global dalam beberapa dekade terakhir berdampak terhadap kelangsungan hidup manusia. Dalam beberapa kasus terjadi peningkatan kematian yang disebabkan oleh suhu panas ekstrem ataupun suhu dingin ekstrem. Pemanasan global dominan disebabkan oleh emisi gas rumah kaca (GRK) yang secara global telah meningkat sebesar 10 Gt karbondioksida (CO<sub>2</sub>) ekuivalen antara tahun 2000 sampai dengan 2010. Emisi CO<sub>2</sub> dari pembakaran bahan bakar fosil dan proses industri menyumbang sekitar 78% dari total peningkatan emisi gas rumah kaca global selama periode yang sama (Sintesis & Pachauri, 2014).

Di Indonesia, masalah meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> secara substansial diakibatkan dari peningkatan konsumsi bahan bakar fosil karena ekspansi penggunaan kendaraan per kapita, industrialisasi, dan produksi listrik (Behera

& Dash, 2017). Konsumsi bahan bakar fosil seperti batu bara, solar, minyak, dan gas alam serta listrik yang dihasilkan dari bahan bakar fosil merupakan jenis energi yang tidak ramah lingkungan karena menghasilkan volume tinggi emisi CO<sub>2</sub> (Rokhmawati, 2020b). Faktanya di Indonesia energi listrik yang dihasilkan dan disalurkan oleh pembangkit ke sektor industri menggunakan bahan bakar seperti batu bara, gas alam, dan minyak bumi dengan bobot 88% terhadap keseluruhan konsumsi bahan bakar yang bermakna bahwasanya listrik tersebut merupakan jenis energi yang tidak ramah lingkungan (BPPT, 2019).

Salah satu cara untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dan konsumsi energi listrik yakni dengan berinvestasi pada praktik ramah lingkungan atau biasa disebut Investasi Hijau (Green Investment). Menurut beberapa penelitian investasi hijau yang direalisasikan perusahaan dalam bentuk mesin dan teknologi ramah lingkungan dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan serta menurunkan konsumsi energi tidak ramah lingkungan (Rokhmawati, 2021), sehingga

menurunkan tingkat emisi gas rumah kaca yang pada akhirnya meminimalkan perubahan iklim serta mengembangkan kelestarian lingkungan (Hieu, 2022).

Faktor selanjutnya yang dapat mempengaruhi emisi CO<sub>2</sub> serta konsumsi listrik yakni Ekspor. Beberapa penelitian lainnya mengungkapkan bahwa perusahaan yang dapat meningkatkan pendapatan melalui pangsa pasar dari ekspor luar negeri melalui peningkatan penjualan dari pelanggan yang sadar lingkungan mampu mengurangi emisi CO<sub>2</sub> (Rokhmawati, 2020b). Hal ini dikarenakan terdapat persyaratan ekspor dari luar negeri terutama negara-negara maju seperti Uni Eropa untuk menerapkan proses produksi menggunakan energi bersih serta diwajibkan memiliki ISO 14001 dan Sertifikat Environment Management dan Audit Scheme (EMAS) dengan tujuan pengurangan emisi CO<sub>2</sub> (Rokhmawati, 2021). Ekspor memiliki hubungan jangka panjang yang kuat dengan konsumsi listrik (Paudel, Thapa-Parajuli, & Alharthi, 2020).

Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi konsumsi listrik dan emisi CO<sub>2</sub> yakni harga energi. Harga energi merupakan faktor vital yang mempengaruhi konsumsi maupun efisiensi suatu energi (Xin-gang & Shu-ran, 2020). Disisi lain, polusi lingkungan maupun emisi CO<sub>2</sub> jauh lebih responsif terhadap guncangan harga energi dan tingkat distorsi harga energi c. Dengan mereformasi tingkat harga energi merupakan salah satu kebijakan yang dapat digunakan pemerintah untuk mencapai tujuan lingkungan (Amann, Cantore, Calí, Todorov, & Cheng, 2021). Reformasi harga energi khususnya energi dari bahan bakar fosil serta listrik akan berdampak pada peningkatan efisiensi energi tersebut (Amann et al., 2021), yang pada akhirnya mengurangi emisi CO<sub>2</sub> serta berimplikasi terhadap pengurangan pencemaran lingkungan dan polusi (Li, Fang, & He, 2019).

Penelitian ini bertujuan menguji dan menganalisa pengaruh investasi hijau, ekspor, dan harga energi terhadap konsumsi

energi listrik dan emisi CO<sub>2</sub>. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memperluas penelitian di area konsumsi energi listrik dan emisi CO<sub>2</sub> dalam menjelaskan pengaruh investasi hijau, ekspor, dan harga energi terhadap konsumsi energi listrik dan emisi CO<sub>2</sub> pada perusahaan manufaktur yang berada di wilayah Indonesia.

### **Teori Keberlanjutan (Sustainability Theory)**

Teori Keberlanjutan menjelaskan bahwasanya respons sosial terhadap masalah lingkungan dan budaya sebaiknya diprioritaskan dan diintegrasikan. Konsep teori keberlanjutan ini populer dan dicetuskan pada tahun 1987 oleh Brundtland yang dimana menurut Brundtland organisasi dan agensi harus mencari cara untuk menyeimbangkan kewajiban dalam hal ekologis saat ini dan masa depan. Bagi sebuah perusahaan, konsep teori keberlanjutan adalah bagaimana perusahaan mengantisipasi refleksi sistem ekologi, ekonomi, dan sosial yang akan menentukan kondisi pasar dalam jangka waktu yang lebih lama daripada data yang tercakup dalam laporan perusahaan (Willis Jenkins, 2016). Teori keberlanjutan yang banyak diterapkan oleh perusahaan yaitu corporate sustainability (CS) yang pada intinya menekankan pentingnya memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan dan menyeimbangkan dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial dari kinerja perusahaan (Chang et al., 2017).

### **Teori Pemangku Kepentingan (Stakeholder Theory)**

Teori pemangku kepentingan diperkenalkan oleh Freeman (1970) yang dimana perusahaan perlu memahami hubungan mereka tidak hanya dengan kelompok tradisional seperti pemasok, pelanggan, dan karyawan, tetapi juga kelompok non-tradisional seperti pemerintah, pecinta lingkungan, dan

kelompok kepentingan khusus untuk mengelola organisasi mereka agar lebih efektif (Chang et al., 2017). Secara umum, teori pemangku kepentingan menjelaskan bahwa suatu perusahaan harus bertanggung jawab kepada para pemangku kepentingannya bukan hanya pemegang saham (KURNIA, DARLIS, & PUTRA, 2020), yang artinya perusahaan harus menjaga hubungan baik dengan para pemangku kepentingannya dengan mengakomodasi kepentingan, keinginan, dan kebutuhan mereka (Yanto, Rofiah, & Bahlawan, 2019). Pemangku kepentingan perusahaan adalah individu-individu atau entitas yang mempengaruhi atau dipengaruhi oleh keputusan yang diambil oleh perusahaan. Mereka dapat menjadi pemegang saham, kreditur, konsumen, pemasok, pemerintah, masyarakat, analis, dan lain-lain. Karenanya, memperhatikan kepentingan dari para pemangku kepentingan dapat memastikan keberlanjutan perusahaan (Rokhmawati, 2020b).

### ***Teori Legitimasi (Legitimacy Theory)***

Teori legitimasi merupakan suatu teori yang pertama kali dicetuskan oleh Dowling dan Pfeffer (1975) dimana teori legitimasi adalah teori umum yang menjadi dasar sebuah perusahaan dalam menjelaskan dan mengungkapkan secara sukarela laporan sosialnya serta pertanggungjawaban lingkungan (Yanto et al., 2019). Teori ini mendalilkan bahwa perusahaan harus mematuhi kebijakan, peraturan, dan norma yang berlaku di masyarakat (Rokhmawati, 2021). Teori ini berfokus pada hubungan antara perusahaan dan masyarakat melalui peraturan yang dibuat oleh pemerintah (Irwhantoko & Basuki, 2016).

### ***Investasi Hijau (Green Investment)***

Investasi hijau dianggap sebagai investasi rendah karbon atau tahan iklim yang dilakukan di perusahaan dibidang perubahan iklim, energi terbarukan, teknologi bersih, dan lainnya (Voica,

Panait, & Radulescu, 2015). Investasi hijau mengacu pada investasi yang diperlukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan polutan udara, tanpa mengurangi produksi dan konsumsi barang-barang non-energi secara signifikan (Eyraud, Clements, & Wane, 2013). Investasi hijau secara praktis dianggap sebagai pengeluaran yang dilakukan organisasi/perusahaan untuk memberikan dampak positif terhadap lingkungan (Doval & Negulescu, 2014). Banyak perusahaan menyisihkan sebagian keuntungan untuk diinvestasikan dalam praktik ramah lingkungan seperti pemantauan lingkungan, pengelolaan limbah, energi terbarukan, dan teknologi ramah lingkungan yang dimana investasi hijau merupakan salah satu motivasi perusahaan dalam menghadapi persaingan dari para pesaing yang terlebih dahulu mengimplementasikan tindakan hijau dengan tujuan pengurangan emisi CO<sup>2</sup> serta keberlanjutan lingkungan yang sehat (Hieu, 2022).

### **Ekspor**

Ekspor adalah aspek penting dari kegiatan ekonomi makro yang didefinisikan sebagai jumlah total barang yang dijual oleh suatu negara ke negara lain dalam suatu tahun. Dari perspektif ekonomi mikro, dapat memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan, meningkatkan posisi keuangan mereka, meningkatkan pemanfaatan kapasitas, dan meningkatkan standar teknologi. Dalam tujuan pengurangan emisi CO<sub>2</sub>, perusahaan eksportir disyaratkan mengadopsi dan memiliki ISO 14001 dan Environment Management and Audit Scheme (EMAS) untuk melakukan ekspor ke luar negara terutama negara maju seperti Uni Eropa dikarenakan negara maju tersebut ingin para pengeksport menerapkan proses produksi bersih untuk barang yang dikirim (Rokhmawati, 2021). Dengan demikian, perusahaan yang melakukan ekspor ke negara-negara maju serta memiliki sertifikasi yang disyaratkan

dianggap dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> serta berdampak terhadap kelestarian lingkungan (Roy & Yasar, 2015).

### Harga Energi

Harga energi adalah biaya satuan rata-rata energi, yang merupakan rasio antara total pengeluaran energi dan total konsumsi energi perusahaan. Harga energi memiliki dampak yang bervariasi terhadap kinerja perusahaan tergantung pada sektor dan karakteristik perusahaan. Harga Energi memiliki efek langsung pada peningkatan produktivitas serta efisiensi energi dalam kebijakan strategis perusahaan (Amann et al., 2021). Dalam jangka pendek secara substansial, harga energi berpengaruh terhadap konsumsi energi, serta emisi CO<sub>2</sub>. Sedangkan dalam jangka panjang, harga energi memiliki pengaruh besar terhadap produktivitas dan daya saing perusahaan (Marin & Vona, 2021).

### Konsumsi Listrik

Listrik merupakan sumber energi yang penting untuk menjamin terselenggaranya perekonomian dan masyarakat secara normal serta kekuatan penting yang mendukung proses urbanisasi (Lin & Zhu, 2020). Listrik dikonsumsi di semua sektor industri dengan permintaan yang lebih tinggi daripada permintaan energi secara keseluruhan (Rahman, 2020). Selama tahun 2016-2020, listrik masih menjadi energi yang paling banyak dikonsumsi oleh sektor industri dengan jumlah yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2021). Hal ini terjadi karena konsumsi listrik didorong untuk memenuhi keperluan produktif di sektor industri, seperti industri tekstil, kertas, pupuk, logam dasar besi, baja, dan lainnya (BPPT, 2019).

### Emisi Karbondioksida (CO<sup>2</sup>)

Emisi CO<sub>2</sub> telah menjadi isu utama dalam keberlanjutan perkembangan dalam beberapa tahun terakhir. Emisi CO<sub>2</sub> yang

dihasilkan dalam proses produksi perusahaan manufaktur berasal dari dua jenis sumber daya yakni bahan bakar fosil (misalnya batu bara, gas alam, dan solar) yang dikenal sebagai energi primer dan listrik yang dikenal sebagai energi sekunder. Ada tiga penggerak emisi CO<sub>2</sub> yaitu volume output, kapasitas produksi, dan teknologi (Rokhmawati, 2020b).

Peningkatan emisi CO<sub>2</sub> menyebabkan masalah gas rumah kaca, mempengaruhi keberlanjutan perkembangan (Behera & Dash, 2017), serta kenaikan biaya bagi perusahaan (Rokhmawati, 2020a) yang berdampak pada inefisiensi perusahaan yang akhirnya menurunkan kinerja keuangan perusahaan (Rokhmawati, 2021).

### METODE

Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Populasi dalam penelitian ini yakni seluruh perusahaan manufaktur yang terdaftar di BEI s/d 31 Desember 2021. Adapun jumlah populasi dalam penelitian yakni sebanyak 190 perusahaan manufaktur (Badan Pusat Statistik, 2021). Dalam penelitian ini, teknik sampling yang digunakan adalah Sampling Purposive. Sampling Purposive adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan atau kriteria tertentu (Sugiyono, 2016). Adapun pertimbangan atau kriteria tersebut yakni sebagai berikut : Sampel Penelitian memiliki Sertifikasi ISO 14001 dari tahun 2018 s/d tahun 2021; Sampel Penelitian menerbitkan dan menyajikan Sustainability Report/Laporan Keberlanjutan yang dipublikasikan ke publik melalui website resmi perusahaan dari tahun 2018 s/d tahun 2021; Sampel Penelitian menerbitkan dan menyajikan Laporan Keuangan beserta Annual Report yang dipublikasikan terus menerus ke publik melalui Bursa Efek Indonesia (BEI) dari tahun 2018 s/d tahun 2021. Berdasarkan ketiga pertimbangan atau kriteria diatas, maka didapat jumlah sampel penelitian ini sebanyak 44 perusahaan manufaktur.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah metode studi dokumentasi. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis jalur (path analysis) dengan menggunakan Persamaan Struktural Permodelan (SEM-PLS).

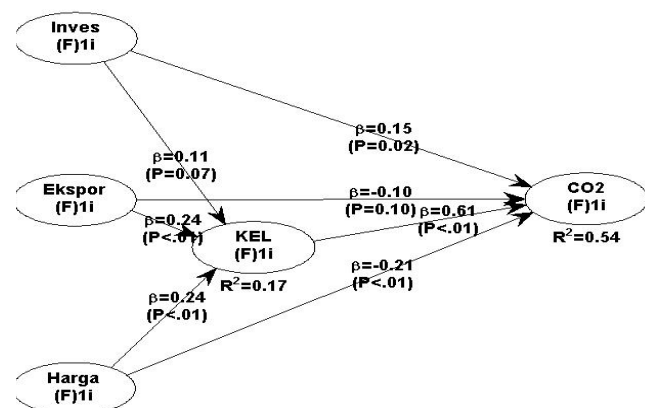
## HASIL

Analisis statistik deskriptif memberikan gambaran umum tentang data yang digunakan untuk masing-masing variabel dalam penelitian ini. Analisis ini menghasilkan dan mendeskripsikan nilai minimum, nilai maksimum, mean, dan standar deviasi yang bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang masalah penelitian. Dalam penelitian ini hasil analisis deskriptif dapat dijelaskan bahwa banyaknya sampel penelitian yaitu 176 pengamatan dari sampel perusahaan sektor industri manufaktur yang terdaftar di BEI. Dengan pembulatan dua angka desimal terlihat bahwa rata-rata investasi hijau adalah 7,33 dengan simpangan baku 3,81. Rata-rata ekspor adalah 0,16 dengan simpangan baku 0,23 dan rata-rata harga energi adalah 982,70 dengan simpangan baku sebesar 541,56. Konsumsi energi listrik memiliki rata-rata 405,49 dengan simpangan baku sebesar 933,48 dan emisi CO<sup>2</sup> memiliki rata-rata 858275732,25 dengan simpangan baku 2125933444,88.

Nilai average path coefficient (APC) sebesar 0,237 dengan p-value < 0,001; average R-squared (ARS) sebesar 0,359 dengan p-value < 0,001 dan average adjusted R-squared (AARS) sebesar 0,346 dengan p-value < 0,001 yang dapat diartikan bahwa model peneliti mempunyai fit yang baik. Kemudian diperoleh nilai average variance inflation factor (AVIF) sebesar 1,145 dan average full collinearity variance inflation factor (AFVIF) sebesar 1,391 < 3,3 yang berarti bahwa tidak ada masalah multikolonieritas antar indikator dan antar variabel eksogen. Selanjutnya nilai tenenhaus goodness of fit sebesar 0,599 > 0,36 yang menunjukkan bahwa kekuatan prediksi model adalah besar atau fit model sangat

baik. Untuk mengevaluasi quality indexes, diperoleh nilai indeks symson's paradox ratio (SPR) sebesar 0,857 > 0,70 (ideal), R-squared contribution ratio (RSCR) sebesar 0,964 > 0,90 (ideal), statistical suppression ratio (SSR) sebesar 1,000 > 0,70 (ideal) dan nonlinear bivariate causality direction ratio (NLBCDR) sebesar 0,714 > 0,70 berarti bahwa indeks-indeks tersebut tidak ada problem kausalitas didalam model.

Nilai R Square Adjusted konsumsi energi listrik sebesar 0,160 atau 16%. Artinya adalah sebesar 16% variabel konsumsi energi listrik dipengaruhi investasi hijau, ekspor dan harga energi. Kemudian diperoleh nilai R Square Adjusted emisi CO<sup>2</sup> sebesar 0,532 atau 53,2%. Artinya adalah sebesar 53,2% emisi CO<sup>2</sup> dipengaruhi oleh investasi hijau, ekspor, harga energi dan konsumsi energi listrik.



Gambar 1. Model Diagram Struktural

Dimana :

Inves = Investasi Hijau

Harga = Harga Energi

KEL = Konsumsi Energi Listrik

CO2 = Emisi Karbondioksida (CO2)

## Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk melihat apakah dari setiap variabel independent yakni investasi hijau, ekspor, dan harga energi berpengaruh terhadap emisi CO2 dengan konsumsi energi listrik sebagai variabel mediasi.

## Uji Hipotesis Langsung

Tabel 1. Hasil Pengujian Hipotesis Langsung

Hipotesis	Path Coefficient	P Values	Keputusan
Investasi Hijau -> Konsumsi Energi Listrik	0,109	0,071	Signifikan
Ekspor -> Konsumsi Energi Listrik	0,243	<0,001	Signifikan
Harga Energi -> Konsumsi Energi Listrik	0,240	<0,001	Signifikan
Investasi Hijau -> Emisi CO2	0,145	0,024	Signifikan
Ekspor -> Emisi CO2	-0,097	0,096	Tidak Signifikan
Harga Energi -> Emisi CO2	-0,214	0,002	Signifikan
Konsumsi Energi Listrik -> Emisi CO2	0,607	<0,001	Signifikan

Sumber : Hasil WarpPLS berdasarkan data penelitian

Uji Hipotesis Tidak Langsung

Tabel 2. Hasil Pengujian Hipotesis Tidak Langsung

Hipotesis	Path Coefficient	P Values	Keputusan
Investasi Hijau -> Konsumsi energi listrik -> emisi CO2	0,066	0,106	Tidak Signifikan
Ekspor -> Konsumsi energi listrik -> emisi CO2	0,148	0,002	Signifikan
Harga Energi -> Konsumsi energi listrik -> emisi CO2	0,146	0,003	Signifikan

Sumber : Hasil WarpPLS berdasarkan data penelitian

PEMBAHASAN

**Pengaruh Investasi Hijau, Ekspor, dan Harga Energi terhadap Konsumsi Energi Listrik**

Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa investasi hijau berpengaruh positif dan tidak signifikan terhadap konsumsi energi listrik. Artinya semakin besar nilai investasi berupa anggaran/dana yang direalisasikan dalam

praktik ramah lingkungan maka semakin meningkatkan konsumsi energi listrik pada perusahaan. Temuan ini menjelaskan bahwa perusahaan manufaktur di Indonesia belum sepenuhnya melaksanakan substansi penyediaan dan penggunaan sumber energi terbarukan. Investasi yang direalisasikan oleh perusahaan masih berupa peralihan dari mesin dan peralatan berbahan bakar fosil ke mesin dan peralatan berenergi listrik yang dimana secara supply dan volume energi listrik terus dikirim oleh pembangkit ke perusahaan sektor industri. Dampaknya penggunaan energi listrik semakin meningkat yang dibarengi dengan peningkatan investasi.

Akan tetapi muncul permasalahan baru terkait energi listrik yang dimana energi listrik di Indonesia bisa dikategorikan energi tidak ramah lingkungan karena listrik di Indonesia oleh PLN dihasilkan dari bahan bakar fosil. Menurut statistik, pembangkit listrik di Indonesia masih menggunakan bahan bakar fosil dengan bobot 88%, sedangkan bahan bakar dari energi terbarukan seperti hidro, angin, tenaga surya hanya sebesar 12% (BPPT, 2019). Untuk itu, PLN yang juga tidak menjadi bagian dari pemerintah seharusnya menyediakan dan keberlanjutan pasokan listrik bahwa generator harus dari sumber energi yang bersih (Rokhmawati, 2020).

Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa ekspor berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi listrik. Artinya setiap peningkatan penjualan ekspor maka akan meningkatkan konsumsi energi listrik begitupun sebaliknya. Hasil penelitian ini juga mendeskripsikan bahwasanya perusahaan manufaktur di Indonesia mengandalkan energi listrik dalam memproduksi barang/produk ekspor. Hal ini disebabkan karena energi listrik secara kuantitas tidak terbatas karena terus disupply oleh pembangkit listrik sehingga membuat perusahaan tidak khawatir terkait ketersediaan bahan bakar untuk produksi. Selain itu, penyebab lainnya karena masih

minimnya pembangunan infrastruktur untuk energi terbarukan pada perusahaan-perusahaan manufaktur di Indonesia. Minimnya pembangunan merupakan representasi kendala dari sisi pembiayaan karena untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim membutuhkan uang yang cukup banyak terutama untuk infrastruktur dan teknologi energi terbarukan.

Oleh karena itu pemerintah harus mengembangkan skema insentif keuangan seperti mengurangi tarif pajak dan memberikan insentif tunai untuk infrastruktur dan teknologi energi terbarukan yang dibarengi dengan memberikan panduan yang efektif atas insentif keuangan tersebut (Rokhmawati, 2021). Dengan adanya beberapa insentif keuangan tersebut, diharapkan dapat meningkatkan gairah perusahaan-perusahaan manufaktur di Indonesia untuk membangun dan mengimplementasikan energi terbarukan pada mesin, peralatan, dan teknologi yang tersedia didalam masing-masing perusahaan. Sehingga tujuan penurunan emisi gas rumah kaca melalui pengurangan emisi CO<sub>2</sub> dapat tercapai dan berdampak terhadap keberlanjutan lingkungan.

Hasil penelitian menemukan bahwa harga energi berpengaruh positif dan signifikan terhadap konsumsi energi listrik. Artinya semakin tinggi harga maka konsumsi energi listrik juga akan semakin meningkat. Ini menggambarkan bahwasanya perusahaan manufaktur di Indonesia menggunakan mesin, peralatan serta teknologi yang bersumber dari energi listrik untuk bahan bakarnya. Maka dari itu, konsumsi energi listrik tidak akan terpengaruh akibat kenaikan harga energi baik harga energi bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam maupun harga energi listrik itu sendiri. Disisi lain, harga energi listrik di Indonesia tidak dipengaruhi oleh supply dan demand melainkan dipengaruhi oleh kebijakan dan regulasi yang diambil oleh pemerintah karena PLN selaku pemasok energi listrik berada dibawah kewenangan dan kekuasaan pemerintah. transisi energi dari bahan bakar fosil ke listrik untuk perusahaan-perusahaan

manufaktur di Indonesia sudah terlaksana. Perusahaan melakukan investasi dengan melakukan pembelian peralatan, mesin, serta teknologi yang menggunakan listrik sebagai sumber energi/bahan bakarnya sehingga listrik menjadi energi/bahan bakar utama yang digunakan. Selain itu, perusahaan mungkin lebih memilih ketersediaan energi daripada harga energi tersebut. Dengan memilih ketersediaan energi, perusahaan bertujuan menjaga kestabilan tingkat produksi dan intensitas produksi karena seperti yang diketahui bahwasanya ketersediaan energi listrik lebih stabil dibandingkan dengan energi dari bahan bakar fosil (minyak bumi, batu bara, dan gas alam). Hal ini dikarenakan energi listrik terus disupply oleh pembangkit ke sektor industri, sedangkan energi dari bahan bakar fosil saat ini ketersediaannya tidak stabil dan cenderung susah untuk diperoleh.

### **Pengaruh Investasi Hijau, Ekspor, dan Harga Energi terhadap Emisi CO<sub>2</sub>**

Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa investasi hijau berpengaruh positif dan signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Artinya semakin besar nilai investasi dalam bentuk anggaran/dana yang direalisasikan untuk praktik ramah lingkungan maka semakin meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>. Hal ini berbeda dengan harapan dimana anggaran/dana yang direalisasikan untuk praktik ramah lingkungan diharapkan dapat menurunkan secara kuantitas emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Ini menyiratkan bahwa praktik ramah lingkungan yang dilaksanakan oleh perusahaan manufaktur di Indonesia belum efektif dan tidak tepat sasaran sehingga tujuan pengurangan emisi tidak tercapai yang mana emisi CO<sub>2</sub> merupakan aktor utama peningkatan emisi gas rumah kaca yang mengakibatkan perubahan iklim dan pemanasan global. Selain itu masih minimnya anggaran/dana yang diinvestasikan menggambarkan bahwa perusahaan masih memprioritaskan kinerja keuangan dibandingkan dengan kinerja lingkungan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian oleh (Xu & Lin, 2020) yang

menemukan bahwa tingkat pertumbuhan investasi untuk pengolahan polusi udara dan lingkungan pada sektor industri masih rendah yang mengarah pada kecilnya dampak investasi tersebut terhadap emisi CO<sub>2</sub>.

Sebagian besar praktik ramah lingkungan yang dilaksanakan oleh perusahaan manufaktur di Indonesia belum optimal dan rata-rata masih sebatas pengelolaan, pemantauan, dan pengendalian limbah B3 & Non B3. Padahal untuk pengurangan emisi CO<sub>2</sub>, dibutuhkan praktik ramah lingkungan yang lebih luas secara substansi seperti reboisasi dan reforestasi kawasan hutan, konservasi lahan serta reklamasi kawasan pascatambang, penyediaan dan penggunaan sumber energi terbarukan, penerapan System Manajemen Energi (SME) Manajemen dan Audit Lingkungan, serta Penggunaan Teknologi dan Mesin Ramah Lingkungan (Rachman, 2018). Untuk itu diperlukan landasan hukum dan substansi yang jelas mengenai kebijakan "Green Investment". Tujuannya agar perusahaan-perusahaan manufaktur mempunyai panduan dalam meningkatkan efektivitas dan tepat sasaran secara substansi pada penganggaran dan realisasi dana untuk praktik ramah lingkungan terutama untuk pengurangan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Maka dari itu pemerintah dalam hal ini sebagai regulator sudah seharusnya membuat landasan hukum dan substansi yang jelas dan lebih fokus pada investasi energi bersih/investasi hijau dengan menambahkan penerapan peraturan lingkungan untuk industri padat karbon seperti manufaktur (Shahbaz et al., 2014). Karena saat ini kebijakan "Green Investment" di Indonesia hanya mengandalkan UU No 25 Tahun 2007 tentang Penanaman Modal (Anisah, 2020), dan Peraturan PP No. 70 tahun 2009 tentang Konservasi Energi (Rokhmawati, 2021). Disisi lain, perusahaan juga berkomitmen mengurangi penggunaan energi berbahan bakar fosil seperti minyak, batu bara, gas alam karena pengurangan penggunaan energi tersebut akan mengurangi emisi CO<sub>2</sub> yang berdampak terhadap penurunan emisi gas rumah kaca sehingga meminimalisir

perubahan iklim serta meningkatkan pengembangan kelestarian lingkungan (Hieu, 2022).

Hasil dalam penelitian ini menemukan bahwa ekspor berpengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi ekspor baik secara nilai maupun kuantitas dapat menurunkan emisi CO<sub>2</sub> begitupun sebaliknya. Dampak negatif tersebut memberikan arti bahwa peningkatan penjualan produk/barang yang diekspor oleh perusahaan ke luar negeri bisa mengurangi kuantitas emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari aktivitas ekspor tersebut. ada beberapa faktor yang membuat ekspor berdampak negative terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Pertama, mungkin perusahaan manufaktur di Indonesia melakukan penjualan ekspor kepada pelanggan luar negeri yang sadar lingkungan dari negara-negara maju seperti Uni Eropa. Kedua, perusahaan manufaktur dalam penelitian ini juga melengkapi dan memenuhi persyaratan ekspor diantaranya memiliki ISO 14001 dan Environment Management and Audit Scheme (EMAS) yang mana persyaratan tersebut merupakan perhatian dari negara-negara maju terkait perlindungan dan kelestarian lingkungan. Selanjutnya, perusahaan dalam implementasi produksi barang/produk ekspor mungkin menggunakan bahan baku dan pendukung yang tidak merusak lingkungan ditambah mesin & peralatan ramah lingkungan walaupun bahan bakar yang digunakan belum sepenuhnya energi terbarukan. Dengan beberapa faktor tersebut ternyata bisa berdampak terhadap pengurangan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Hasil dalam penelitian ini menemukan bahwa harga energi berpengaruh negatif dan signifikan terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Ini menunjukkan bahwa kenaikan harga energi dapat mengurangi emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan begitupun sebaliknya. Artinya semakin tinggi harga suatu energi yang dikonsumsi oleh perusahaan dapat mengurangi kuantitas emisi CO<sub>2</sub> dari energi tersebut melalui pengurangan / penurunan pemakaian baik secara kuantitas



maupun intensitas energi tersebut. Dengan hasil penelitian ini, dapat dijelaskan bahwa harga energi yang tinggi akan membuat beberapa pemangku kepentingan perusahaan seperti pemegang saham dan direksi untuk mengambil kebijakan maupun keputusan untuk mengurangi / mengefisienkan pemakaian bahan bakar baik secara kuantitas maupun intensitas. Tingkat efisiensi energi tersebut mempunyai dampak secara tidak langsung terhadap emisi gas rumah kaca yang merupakan salah faktor keberlanjutan dan kelestarian lingkungan.

### **Dampak konsumsi energi listrik dalam memediasi pengaruh investasi hijau, ekspor dan harga energi terhadap emisi CO<sub>2</sub>**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa investasi hijau, ekspor, dan harga energi berpengaruh positif terhadap emisi CO<sub>2</sub> melalui konsumsi energi listrik. Artinya konsumsi energi listrik tidak memediasi pengaruh investasi/dana praktik ramah lingkungan terhadap emisi CO<sub>2</sub>.

Perusahaan-perusahaan manufaktur di Indonesia saat ini merealisasikan investasi/dana praktik ramah lingkungan dalam ruang substansi limbah B3, Non B3 serta transisi energi dari bahan bakar fosil ke listrik melalui pembelian/pengadaan mesin, peralatan, dan teknologi bertenaga listrik. Kondisi ini disebabkan beberapa kemungkinan yang diantaranya perusahaan melihat tidak adanya urgensi untuk mengurangi konsumsi energi listrik karena sebagian perusahaan mungkin melihat energi listrik merupakan energi bersih ramah lingkungan yang dihasilkan dari hidro, angin, tenaga surya.

Faktor kemungkinan lainnya karena penyediaan dan penggunaan energi terbarukan di sisi perusahaan memerlukan investasi/biaya yang sangat tinggi dalam membangun infrastrukturnya ditambah diperlukannya SDM yang berkompeten di bidang tersebut. Dan waktu yang diperlukan untuk merealisasikan investasi tersebut cukup lama. Maka dari itu perusahaan terutama dari pemangku kepentingan seperti

pemegang saham dan direksi akan memikirkan dan menganalisa kebijakan dan keputusan investasi ini secara rasional dan comprehensive apalagi ada kekhawatiran jika tidak berhasilnya investasi ini maka perusahaan yang akan terkena imbasnya. Solusi terbaiknya melalui peran pemerintah dengan menetapkan serangkaian tindakan insentif untuk mendukung dan mendorong investasi dan pembiayaan infrastruktur energi terbarukan. Caranya pemerintah berkolaborasi dengan beberapa lembaga keuangan untuk membangun sistem keuangan hijau yang efektif bagi perusahaan manufaktur. System keuangan hijau tersebut bisa dalam bentuk pemberian kredit hijau berbunga rendah kepada setiap perusahaan manufaktur yang membangun infrastruktur energi terbarukan (He, Zhang, Zhong, Wang, & Wang, 2019). Solusi lainnya dapat melalui berbagai kampanye/sosialisasi serta pendampingan dari pemerintah ke perusahaan terkait urgensi konservasi dan transisi energi terbarukan (Singh & Dwevedi, 2018)

Hasil lainnya juga mengartikan bahwa konsumsi energi listrik tidak memediasi pengaruh ekspor terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Tidak adanya efek mediasi konsumsi energi listrik dapat dikaitkan efek antara biaya dan manfaat pengurangan konsumsi energi listrik dalam kegiatan ekspor perusahaan. Efek mediasi positif konsumsi energi listrik menunjukkan bahwa sebagian besar atau keseluruhan produk ekspor diproduksi menggunakan pembakaran yang bersumber energi listrik. Secara tidak langsung hal ini menunjukkan bahwa mesin, peralatan, dan teknologi yang digunakan untuk produksi produk ekspor bertenaga energi listrik sebagai bahan bakarnya. Disisi lain perusahaan mulai merasakan dampak ketersediaan bahan bakar fosil yang tidak stabil serta harganya yang cenderung meningkat setiap tahun terutama dalam 2 tahun terakhir sehingga dampak tersebut akan membuat terganggunya tingkat dan intensitas produksi serta membuat cost/biaya produksi menjadi lebih tinggi. Makanya sebagian

perusahaan telah melakukan transisi energi dari bahan bakar fosil ke listrik.

Untuk itu dibutuhkan solusi dalam menyelesaikan permasalahan ini. Solusi yang memungkinkan diantaranya pemerintah melalui PLN sudah seharusnya meningkatkan investasi berupa revitalisasi mesin/turbin pembangkit yang berbahan bakar fosil menjadi mesin/turbin berbahan bakar energi terbarukan. Dengan adanya revitalisasi tersebut diharapkan dapat menurunkan penggunaan bahan bakar fosil pada pembangkit listrik yang tadinya sebesar 88% terhadap keseluruhan menjadi dibawah persentase tersebut. Selain itu, pemerintah juga wajib terus mendorong perusahaan untuk melakukan investasi pada infrastruktur energi terbarukan sehingga dapat meningkatkan penggunaan energi terbarukan didalam perusahaan yang bertujuan mengurangi emisi CO<sub>2</sub>.

Hasil yang sama juga menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik tidak memediasi pengaruh harga energi terhadap emisi CO<sub>2</sub>. Seperti yang diketahui bahwasanya harga energi terutama harga energi listrik itu dipengaruhi oleh kebijakan yang dibuat oleh pemerintah melalui PLN. Jadi dengan begitu harga energi tersebut dapat dikategorikan stabil, naik atau turun bukan berdasarkan supply and demand dari pasar. Sedangkan harga energi yang lain seperti harga bahan bakar fosil itu sangat dipengaruhi oleh pasar dan kondisi makro serta mikro yang terjadi. Pada akhirnya perusahaan akan lebih memilih harga energi yang lebih stabil karena itu tentunya akan menjaga sustainability profit perusahaan. Pengurangan konsumsi energi listrik dirasa belum ada manfaat yang akan didapat oleh perusahaan. Perusahaan akan merasa lebih rugi jika konsumsi energi listrik dikurangi atau diefisiensikan karena itu akan mengganggu kestabilan tingkat dan intensitas produksi. Selain itu perusahaan yang telah berinvestasi pada peralatan, mesin, dan teknologi bertenaga listrik tentunya akan sangat bergantung dengan energi listrik itu sendiri.

Oleh karena itu diperlukan campur

tangan pemerintah untuk mengatasi permasalahan ini. Campur tangan ini bisa dalam bentuk kebijakan akan tetapi kebijakan tersebut harus lebih memperkuat deregulasi ketenagalistrikan dan mendorong pengembangan harga pasar energi listrik. Pemerintah harus secara bertahap menghilangkan kebijakan subsidi harga energi listrik, membalikkan distorsi negatif harga listrik, membuat harga listrik mencerminkan informasi biaya produksi, menerapkan supply & demand pasar energi listrik secara efektif, dan memberikan peran penuh peran harga listrik dalam alokasi sumber daya (Xin-gang & Shu-ran, 2020). Dari sisi sektor industri, pemerintah harus mempercepat reformasi industri dengan mengurangi penggunaan sumber energi padat karbon, mendorong energi terbarukan, meningkatkan efisiensi energi, dan mengurangi beban sektor manufaktur padat energi dalam perekonomian secara keseluruhan, semuanya akan membantu meringankan masalah pencemaran lingkungan (Li et al., 2019)

## SIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa semakin besar jumlah konsumsi energi listrik maka akan semakin besar emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Hal tersebut mengartikan bahwa energi listrik bukan energi ramah lingkungan. Selain itu, konsumsi energi listrik tidak dapat memediasi pengaruh investasi hijau, ekspor, dan harga energi terhadap emisi CO<sub>2</sub> yang mendeskripsikan bahwasanya konsumsi energi listrik tidak memiliki hubungan terhadap investasi hijau, ekspor, dan harga energi dalam upaya pengurangan emisi CO<sub>2</sub>.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa meningkatnya nilai investasi perusahaan pada praktik ramah lingkungan maka dapat meningkatkan emisi CO<sub>2</sub>. Artinya perusahaan belum tepat sasaran secara substansi dalam mengurangi emisi CO<sub>2</sub>. Akan tetapi lain hal dengan meningkatnya ekspor baik secara nilai pendapatan maupun kuantitas produk

ekspor maka akan menurunkan kuantitas emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan. Begitu juga dengan harga energi dimana naiknya atau tingginya harga suatu energi baik itu harga bahan bakar fosil maupun harga listrik maka akan menurunkan kuantitas emisi CO<sub>2</sub>;

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa investasi hijau jika mengalami peningkatan nilai maka akan meningkatkan konsumsi energi listrik. Hal yang sama juga ditemukan bahwa ekspor jika mengalami peningkatan baik secara nilai pendapatan maupun kuantitas produk maka akan menaikkan konsumsi energi listrik yang digunakan. Begitupun dengan harga energi yang berpengaruh positif dan signifikan terhadap konsumsi energi listrik. artinya semakin tinggi harga energi baik itu harga bahan bakar fosil maupun harga energi listrik maka akan semakin meningkatkan konsumsi energi listrik.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Amann, J., Cantore, N., Calí, M., Todorov, V., & Cheng, C. F. C. (2021). Switching it up: The effect of energy price reforms in Oman. *World Development*, *142*, 105252. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105252>
- Anisah, B. R. (2020). Eksistensi Investasi Hijau dalam Poros Pembangunan Ekonomi sebagai Bentuk Manifestasi Perlindungan atas Lingkungan Hidup. *Padjadjaran Law Review*, *8*(1), 127–142.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Direktori Industri Manufaktur 2021. *Direktori Industri Manufaktur 2021*, 1118. Retrieved from <https://www.bps.go.id/publication/2021/10/29/9e665258c573186f163133b2/direktori-industri-manufaktur-2021.html>
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2021). *Neraca Emisi Gas Rumah Kaca dan Neraca Arus Energi Indonesia 2015-2019*. 1–13. Retrieved from <https://www.bps.go.id/publication/2021/12/29/c30381356693e6c5ee6389e7/neraca-arus-energi-dan-neraca-emisi-gas-rumah-kaca-indonesia-2015-2019.html>
- Behera, S. R., & Dash, D. P. (2017). The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *70*(April), 96–106. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.201>
- BPPT. (2019). *Indonesia Energy Outlook 2019: The Impact of Increased Utilization of New and Renewable Energy on the National Economy*.
- Chang, R. D., Zuo, J., Zhao, Z. Y., Zillante, G., Gan, X. L., & Soebarto, V. (2017). Evolving theories of sustainability and firms: History, future directions and implications for renewable energy research. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *72*(November 2015), 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.029>
- Chen, X., Luo, Z., & Wang, X. (2017). Impact of efficiency, investment, and competition on low carbon manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, *143*, 388–400. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.095>
- Doval, E., & Negulescu, O. (2014). A Model of Green Investments Approach. *Procedia Economics and Finance*, *15*(14), 847–852. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(14\)00545-0](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(14)00545-0)
- Eyraud, L., Clements, B., & Wane, A. (2013). Green investment: Trends and determinants. *Energy Policy*, *60*, 852–865. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.04.039>

- He, L., Zhang, L., Zhong, Z., Wang, D., & Wang, F. (2019). Green credit, renewable energy investment and green economy development: Empirical analysis based on 150 listed companies of China. *Journal of Cleaner Production*, 208, 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.119>
- Hieu, V. M. (2022). Influence of Green Investment, Environmental Tax and Sustainable Environment: Evidence from ASEAN Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(3), 227–235. <https://doi.org/10.32479/ijeep.13028>
- Huang, L., & Lei, Z. (2021). How environmental regulation affect corporate green investment: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123560. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123560>
- Irwhantoko, I., & Basuki, B. (2016). Carbon Emission Disclosure: Studi pada Perusahaan Manufaktur Indonesia. *Jurnal Akuntansi Dan Keuangan*, 18(2), 92–104. <https://doi.org/10.9744/jak.18.2.92-104>
- KURNIA, P., DARLIS, E., & PUTRA, A. A. (2020). Carbon Emission Disclosure, Good Corporate Governance, Financial Performance, and Firm Value. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7(12), 223–231. <https://doi.org/10.13106/JAFEB.2020.VOL7.NO12.223>
- Li, K., Fang, L., & He, L. (2019). How population and energy price affect China's environmental pollution? *Energy Policy*, 129(September 2018), 386–396. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.02.020>
- Lin, B., & Zhu, J. (2020). Chinese electricity demand and electricity consumption efficiency: Do the structural changes matter? *Applied Energy*, 262(December 2019), 114505. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114505>
- Marin, G., & Vona, F. (2021). The impact of energy prices on socioeconomic and environmental performance: Evidence from French manufacturing establishments, 1997–2015. *European Economic Review*, 135, 103739. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2021.103739>
- Paudel, R. C., Thapa-Parajuli, R., & Alharthi, M. (2020). Electricity consumption and export performance: Evidence from Nepal. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(6), 529–535. <https://doi.org/10.32479/ijeep.10524>
- Rachman, H. H. (2018). *Diskusi Interaktif: mewujudkan Investasi Perubahan Iklim Perkebangan, Tantangan dan Peluang Pada Fetival Iklim 2018: Arah dan Kebijakan Green Investment*. hal. 10.
- Rahman, M. M. (2020). Environmental degradation: The role of electricity consumption, economic growth and globalisation. *Journal of Environmental Management*, 253(November 2018), 109742. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109742>
- Rokhmawati, A. (2020a). Profit decomposition: Analyzing the pathway from carbon dioxide emission reduction to revenues and costs. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(4), 150–160. <https://doi.org/10.32479/ijeep.9346>
- Rokhmawati, A. (2020b). The nexus between type of energy consumed, CO<sub>2</sub> emissions, and carbon-related costs. *International Journal of Energy Economics and Policy*,

- 10(4), 172–183.  
<https://doi.org/10.32479/ijeep.9246>
- Rokhmawati, A. (2021). The nexus among green investment, foreign ownership, export, greenhouse gas emissions, and competitiveness. *Energy Strategy Reviews*, 37(July), 100679.  
<https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100679>
- Roy, J., & Yasar, M. (2015). Energy efficiency and exporting: Evidence from firm-level data. *Energy Economics*, 52, 127–135.  
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.09.013>
- Salahuddin, M., Alam, K., Ozturk, I., & Sohag, K. (2018). The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO2 emissions in Kuwait. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(February), 2002–2010.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.009>
- Sarkodie, S. A., & Strezov, V. (2019). Effect of foreign direct investments, economic development and energy consumption on greenhouse gas emissions in developing countries. *Science of the Total Environment*, 646, 862–871.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.365>
- Shahbaz, M., Salah Uddin, G., Ur Rehman, I., & Imran, K. (2014). Industrialization, electricity consumption and CO2 emissions in Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 575–586.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.028>
- Singh, D. P., & Dwevedi, A. (2018). Production of clean energy by green ways. In *Solutions to Environmental Problems Involving Nanotechnology and Enzyme Technology*.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813123-7.00002-5>
- Sintesis, L., & Pachauri, R. K. (2014). *Perubahan Iklim 2014*.
- Solihin dan Ratmono. (2021). Analisis SEM-PLS dengan WarpPLS 7.0 untuk Hubungan Nonlinier dalam Penelitian Sosial dan Bisnis. In *Suparyanto dan Rosad (2015 (Vol. 5)*.
- Voica, M. C., Panait, M., & Radulescu, I. (2015). Green Investments – Between Necessity, Fiscal Constraints and Profit. *Procedia Economics and Finance*, 22(November 2014), 72–79.  
[https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00228-2](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00228-2)
- Willis Jenkins, W. B. (2016). *Sustainability Theory*. 380–384.  
<https://doi.org/10.1093/acref/9780190622664.001.0001>
- Xin-gang, Z., & Shu-ran, H. (2020). Does market-based electricity price affect China's energy efficiency? *Energy Economics*, 91, 104909.  
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104909>
- Xu, B., & Lin, B. (2020). Investigating drivers of CO2 emission in China's heavy industry: A quantile regression analysis. *Energy*, 206, 118159.  
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118159>
- Yanto, H., Rofiah, A., & Bahlawan, Z. A. S. (2019). Environmental Performance and Carbon Emission Disclosures: A case of Indonesian Manufacturing Companies. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012005>