

Peran Ekonomi Sirkular, Transisi Energi, Ketatnya Kebijakan Lingkungan, dan Tekanan Rantai Pasokan terhadap Emisi CO₂ di Negara-negara Berkembang.

Ali Akbar Anggara^{1,3}, M. Elfan Kaukab^{2,3*}

¹Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto, Indonesia

²Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Sains Al-Qur'an, Wonosobo, Indonesia

³Centre for Public Policy, Management and Business Studies, GRI Institute, Purwokerto, Indonesia

aliakbarang@ump.ac.id, elfan@unsiq.ac.id

Abstrak

Tujuan - Penelitian ini menguji pengaruh ekonomi sirkular terhadap pertumbuhan emisi CO₂ dengan mempertimbangkan peran transisi energi, ketatnya kebijakan iklim, industrialisasi, dan tekanan rantai pasokan dari tahun 1997 hingga 2020.

Metode – menggunakan panel kuantil Autoregressive Distributed Lags (QARDL). Kami menggunakan asosiasi kointegrasi dalam jangka panjang di antara variabel-variabel tersebut, dan hasil dari kedua model tersebut mengonfirmasi hal ini.

Hasil - Temuan mengungkapkan bahwa ekonomi sirkular dan ketatnya kebijakan iklim berdampak negatif signifikan terhadap emisi karbon. Di sisi lain, transisi energi, industrialisasi, dan tekanan rantai pasokan sangat penting dalam menentukan emisi CO₂ baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Temuan lebih lanjut mengeksplorasi bahwa daur ulang limbah kota lebih signifikan pada kuantil rata-rata dan kuantil atas 90% dibandingkan kuantil bawah.

Implikasi - hasil empiris dari studi ini memberikan wawasan bagi pembuat kebijakan di negara-negara maju dan pasar berkembang untuk menjaga keseimbangan antara ekonomi sirkular, transisi energi, ketatnya kebijakan lingkungan, dan tekanan rantai pasokan guna mengurangi emisi CO₂ tanpa menghentikan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan. Selain itu, implikasi praktis dilaporkan melalui perspektif netralitas karbon dan perubahan struktural.

Orisinalitas – Penelitian ini mengamati proses kebijakan dan ekonomi sirkular dalam kurun waktu yang cukup panjang melalui pendekatan analisis ARDL.

Kata kunci: ekonomi sirkular, transisi energi, rantai pasokan, emisi karbon, panel QARDL

Pendahuluan

Penelitian tentang aliran sirkular ekonomi menjadi terkenal melalui reformulasi skema reproduksi Marx (Marx, 1987) dan Tableau économique (de Riquetti dan Quesnay, 1758). Meskipun para ekonom awal ini dan lainnya menyoroti konsep aliran sirkular ekonomi, mereka tidak secara eksplisit menggunakan istilah "Ekonomi Sirkular" (Circular Economy/CE). Bahkan Boulding (1966), dalam karya seminalnya, tidak

menggunakan istilah ini, meskipun ia menekankan pentingnya sistem loop tertutup sebagai prasyarat untuk keberlanjutan ekonomi.

Ekonomi Sirkular adalah model ekonomi yang mengintegrasikan pengolahan ulang, produksi, pengadaan, dan konsumsi, yang semuanya dirancang dengan tujuan ganda untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dan melestarikan lingkungan (Murray et al., 2017; Mohammed et al., 2023). Model ini mempromosikan strategi kompetitif berkelanjutan yang meningkatkan kinerja ekonomi tanpa menguras sumber daya, melalui pengelolaan limbah yang hemat biaya, efisiensi energi, inovasi teknologi hijau, dan konservasi lingkungan (Bastein et al., 2013; MacArthur, 2013; Genovese et al., 2017; Abbey & Guide, 2018). Perspektif CE juga sejalan dengan transformasi sosial dan pendekatan politik yang bertujuan untuk menciptakan masyarakat yang lebih adil (Genovese & Pansera, 2020; Jia et al., 2023).

Teknik CE berkontribusi dalam menambah nilai pada limbah dengan memungkinkan daur ulang, penggunaan kembali, dan perbaikan, sehingga meningkatkan hubungan rantai pasokan, menciptakan lapangan kerja, dan mengurangi volatilitas harga (Guide & Van Wassenhove, 2009; Goltsos et al., 2018; Atasu et al., 2010; Kok et al., 2013; Battini et al., 2017; Mokhtar et al., 2019). Namun, transisi menuju CE terhambat oleh peraturan yang tidak memadai, kurangnya dukungan institusional, insentif ekonomi yang tidak mencukupi, dan rendahnya kesadaran lingkungan (Souza, 2013; Agnello et al., 2015; Möllemann, 2016). Penelitian juga mengidentifikasi hambatan dan pendorong di dalam dan antar organisasi yang mempengaruhi kesiapan mereka untuk mengadopsi praktik CE (Shi, 2003; Zhou et al., 2017). Regulasi pemerintah dan tekanan sosial sangat penting untuk mengelola inisiatif CE antar organisasi, sementara komitmen lingkungan adalah kunci dalam organisasi (Sangle, 2010; Lozano, 2012; Singh et al., 2016; Montalvo, 2003). Teori institusional menyoroti pentingnya kemampuan antar dan intra-organisasi dalam pembangunan berkelanjutan (Dzhengiz, 2020).

Isu-isu yang saling terkait seperti emisi CO₂, ekonomi sirkular, transisi energi, dan tekanan rantai pasokan semakin mendesak. Seiring meningkatnya permintaan energi global dan seruan untuk perubahan kebijakan energi, ekonomi sirkular diakui sebagai solusi penting untuk perubahan iklim (Gallego-Schmid et al., 2020). Dengan memaksimalkan penggunaan bahan baku melalui daur ulang dan penggunaan kembali, serta dengan memproduksi energi secara lokal dari limbah, ekonomi sirkular mendukung transisi energi dan mengurangi dampak lingkungan. Limbah kota global diperkirakan akan tumbuh secara signifikan, dan daur ulang menjadi tujuan utama dalam rencana aksi iklim, seperti Perjanjian Paris (United Nations, 2015). Potensi penuh ekonomi sirkular terwujud ketika limbah didaur ulang menggunakan sumber energi terbarukan seperti energi surya, angin, dan panas bumi (Mutezo & Mulopo, 2021).

Gangguan rantai pasokan, yang diperburuk oleh tekanan inflasi baru-baru ini, semakin menyoroti pentingnya ekonomi sirkular dalam meningkatkan ketahanan rantai pasokan. Misalnya, menggunakan limbah kota sebagai sumber energi daripada bergantung pada metode ekstraksi tradisional dapat secara signifikan mengurangi emisi karbon. Meskipun demikian, literatur tentang dampak ekonomi sirkular terhadap degradasi lingkungan masih terbatas dan tidak konklusif. Beberapa penelitian menunjukkan hubungan negatif antara limbah kota dan emisi gas rumah kaca (GHG), terutama di negara-negara berpenghasilan tinggi (Magazzino & Falcone, 2022; Mongo et

al., 2021), sementara penelitian lain menemukan efek yang bervariasi tergantung pada wilayah dan jangka waktu (Bayar et al., 2021; Sun et al., 2018; Lee et al., 2016).

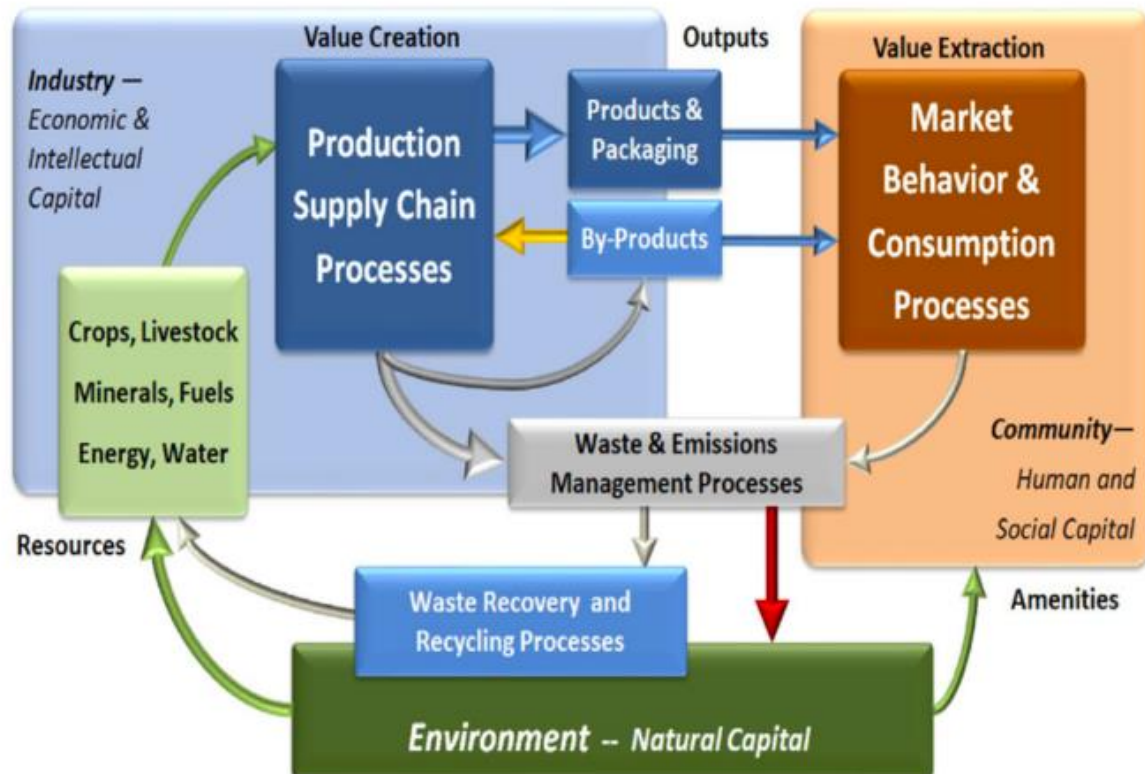
Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi dampak ekonomi sirkular terhadap emisi CO₂, dengan mempertimbangkan faktor rantai pasokan dan transisi energi. Studi ini berupaya untuk memperluas literatur yang ada dengan memberikan analisis terkini dan mengisi kesenjangan, terutama melalui pemeriksaan berbasis kuantil yang baru atas hubungan antara ekonomi sirkular, daur ulang limbah, dan emisi CO₂, dengan mempertimbangkan pencilaan data dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi.

Kajian Pustaka

Dalam dunia bisnis, konsep "ekonomi sirkular" digunakan sebagai strategi untuk menghilangkan limbah. Untuk mencapai "nol limbah," perusahaan berusaha menutup loop dalam jaringan pasokan mereka dalam konteks material yang dibuang. Ekonomi Sirkular (CE) tidak hanya mengurangi jejak ekologi dan menawarkan manfaat ekonomi, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada rantai pasokan jarak jauh dan sumber daya yang langka dengan meningkatkan ketahanan komunitas dan bisnis. Sebagai sarana yang hemat biaya untuk meningkatkan ketahanan dan keberlanjutan perusahaan, CE telah diterapkan oleh para pemimpin bisnis yang progresif (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan, manajemen lingkungan perusahaan terdiri dari keputusan taktis serta kegiatan operasional dan strategis di semua bidang di bawah payung ekonomi sirkular. Oleh karena itu, untuk memperoleh lebih banyak manfaat dari CE, perusahaan mengintegrasikan strategi bisnis mereka dengan praktik manajemen lingkungan (Cramer, 1998; Resta et al., 2015; Boffelli et al., 2019). CE terutama berfokus pada penyaluran material di setiap tahap rantai nilai, efisiensi energi, dan pengelolaan sumber daya (Aranda-Uson et al., 2020). CE juga bertujuan untuk melindungi dan mencegah kerusakan lingkungan (misalnya, konservasi keanekaragaman hayati dan perubahan iklim) serta mengurangi pemborosan sumber daya alam (Stewart dan Niero, 2018). Model CE menggunakan lebih sedikit sumber daya untuk mempertahankan konsumsi dan produksi yang konstan, dan menggunakan bahan baku daur ulang untuk mengurangi berbagai sumber daya (Figge et al., 2018). CE bertindak pada pemulihan, pengurangan, pembuatan ulang, daur ulang, pembaruan, dan penggunaan kembali (Prieto-Sandoval et al., 2019).

Pendekatan sistem diperlukan untuk menjalankan ekonomi sirkular yang mempertimbangkan komponen rantai pasokan komersial, yaitu lingkungan, ekonomi, dan sosial. Gambar 1 menunjukkan pendekatan sistem ini sesuai dengan rantai nilai bisnis untuk pembuangan dan pengolahan limbah. Pendekatan ini menyoroti saling ketergantungan tiga sistem yang berbeda dan khas; lingkungan, komunitas, dan industri, dan mengikuti kerangka nilai rangkap tiga (Fiksel et al., 2014). Melalui proses produksi, sumber daya dipindahkan untuk menciptakan nilai bagi pasar segera setelah ekstraksi dari lingkungan, dan kemudian limbah didaur ulang atau dibuang. Berbagai tahap siklus hidup tercermin dalam Gambar 1, termasuk pengemasan menjadi produk jadi setelah ekstraksi, manufaktur, pengolahan, dan transportasi. Selanjutnya, produk akhir didistribusikan untuk digunakan oleh konsumen melalui berbagai saluran pasar, dengan sekali lagi mendaur ulang limbah sisa.

Gambar 1. Proses Sirkular Ekonomi (Fiksel et al., 2021)



Ekonomi Sirkular (CE) membawa perubahan signifikan dalam sistem politik dan ekonomi perusahaan berdasarkan kebutuhan pasar. Praktik lingkungan yang berkelanjutan seperti penggunaan bahan daur ulang atau terbarukan, efisiensi energi, dan pemulihan limbah sangat terkait dengan ekonomi sirkular (Lieder dan Rashid, 2016; Moreno et al., 2016). Oleh karena itu, perlu ada perubahan dalam model bisnis perusahaan sebelum mengadopsi CE (Pieroni et al., 2019). Untuk mencapai pembangunan berkelanjutan melalui model bisnis sirkular, target perusahaan tidak hanya mendapatkan manfaat ekonomi, tetapi juga mengurangi emisi CO₂ dan meningkatkan kesejahteraan lingkungan (Chen et al., 2023; Shahzad et al., 2023; Sharif et al., 2023a, 2023b). Namun, saat ini organisasi fokus pada penggunaan yang efektif terhadap inovasi teknologi hijau, transisi energi, dan kebijakan ketat lingkungan dengan mengadopsi kebijakan manajemen lingkungan perusahaan (Robèrt et al., 2002; Korhonen et al., 2018; Lozano, 2020). Dalam hal ini, organisasi harus fokus pada inovasi lingkungan dan menyeimbangkan dampak sosial, lingkungan, dan daya saing daripada hanya mengelola manfaat ekonomi (Ormazabal et al., 2018). Dengan demikian, manajemen lingkungan perusahaan dalam model ekonomi sirkular menciptakan praktik berkelanjutan dan peluang baru bagi ekonomi yang sedang berkembang dengan menawarkan produksi kolaboratif, mengurangi emisi CO₂, dan menggunakan limbah sebagai sumber daya (Baumgartner, 2018).

Gambar 2 menunjukkan berbagai jenis peluang yang diciptakan oleh ekonomi sirkular pada tahun 2030 melalui strategi seperti pemulihan nilai dari aliran limbah, pengurangan emisi CO₂, peningkatan pemanfaatan aset modal dan produk, sumber daya energi, dan pengurangan material yang terbuang. Untuk menciptakan nilai ekonomi yang tinggi, CE mengubah sistem manajemen lingkungan perusahaan yang ada dari siklus hidup material mereka (Bocken et al., 2016). Dalam konteks tersebut, prinsip-prinsip lingkungan dan sosial CE akan sesuai dengan produk dan layanan yang didesain ulang oleh bisnis. Oleh karena itu, CE mendukung manajemen berkelanjutan baik antar-organisasi maupun internal (Korhonen et al., 2018). Melalui insentif publik dan regulasi lingkungan, praktik CE yang berkelanjutan di tingkat mikro organisasi telah dibentuk (Ghisellini et al., 2016; Aranda-Uson et al., 2020). Regulasi legislatif pemerintah di bawah ekonomi sirkular seharusnya tidak hanya mendukung manajemen limbah dan daur ulang, tetapi juga fokus pada rantai pasokan, mekanisme penyortiran, pemantauan produk, pengumpulan, dan pemantauan (Lazarevic dan Valve, 2017; Jia et al., 2020; Ye et al., 2023).

Gambar 2. Realisasi Nilai potensial dari bisni model sirkular ekonomi (FICCI, 2018)



Untuk meningkatkan manajemen lingkungan perusahaan, transisi energi, kebijakan lingkungan yang ketat, dan rantai pasokan, pemerintah memainkan peran yang sangat penting. Legislasi, kebijakan, dan regulasi mereka sangat diperlukan untuk mendukung transisi ke Ekonomi Sirkular (ES). Lebih lanjut, praktik-praktik ES dapat dikembangkan dengan bantuan tindakan pemerintah yang mempertimbangkan lingkungan, energi, dan kesejahteraan ekonomi. Selama transisi ke ES, perilaku konsumen, praktik bisnis, dan kebijakan pemerintah mengalami perubahan mendasar. Oleh karena itu, strategi dan kebijakan yang konsisten dan tepat harus dirumuskan (van Buren et al., 2016; Manninen et al., 2018). Konsensus dan kolaborasi perlu dibangun di antara semua pemangku kepentingan yang terkait dengan ES (Braun et al., 2018). Organisasi dapat dengan mudah

mengadopsi kebijakan ES dengan menetapkan regulasi lingkungan (Scupola, 2003). Selain itu, peningkatan pengetahuan dan kesadaran publik tentang integrasi transisi energi, kebijakan lingkungan yang ketat, dan rantai pasokan dengan prinsip-prinsip ES sangat diperlukan, dan pemerintah memiliki peran penting dalam hal ini (Mathiyazhagan et al., 2013; van Buren et al., 2016). Oleh karena itu, sistem legislasi yang ada dan regulasi lingkungan harus terintegrasi dengan peraturan hukum ES. Dalam mendukung ini, sistem dan regulasi harus mencakup pedoman audit dan pemantauan, platform kolaborasi, inisiatif keuangan, kebijakan insentif, dan dukungan teknis dalam rantai pasokan yang transparan (Lewandowski, 2016). Beberapa penelitian telah menyarankan bahwa otoritas regional dan pemerintah perlu memainkan peran penting dalam menetapkan kerangka kerja untuk memantau, mempromosikan, dan mengatur transisi ES dalam konteks pengelolaan isu-isu lingkungan seperti emisi CO₂ dan perubahan iklim, dll. (van Buren et al., 2016; Galvão et al., 2018; Jia et al., 2018; Manninen et al., 2018). Dalam pandangan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengukur dampak ekonomi sirkular, transisi energi, kebijakan lingkungan yang ketat, dan tekanan rantai pasokan terhadap emisi CO₂ secara kolektif, yang belum pernah diteliti sebelumnya.

Metodologi Penelitian

Panel Kuartil ARDL

Kami menggunakan model Panel Quantile ARDL untuk meneliti pengaruh ekonomi sirkular, transisi energi, tekanan rantai pasokan, kebijakan lingkungan, dan sektor industri terhadap pertumbuhan CO₂. Model ini dikembangkan oleh Sim dan Zhou (2015) dan telah digunakan dalam literatur terbaru untuk menilai efek variabel dependen kuantil terhadap variabel penjelas kuantil di bawah kondisi pasar yang berbeda (bearish, normal, dan bullish) (Adebayo et al., 2022; Mo et al., 2022; Su et al., 2022). Model ini lebih layak dan efektif untuk menangkap hasil baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Model Panel Quantile ARDL sesuai digunakan pada data dengan periode lebih dari 20 dan adanya kointegrasi serta data yang campuran (Arshed et al., 2022). Panel Quantile ARDL lebih disukai ketika data bercampur antara level (0) dan level (1), serta data memiliki outlier. Persamaan matematis dari Panel QARDL diperkirakan sebagai berikut:

$$\Delta CO_2it = a + \beta_1 \Delta MWGR^\theta it + \beta_2 \Delta GSCPI^\theta it + \beta_3 \Delta ETI^{2-\theta} it + \beta_4 \Delta EPSI^\theta it + \beta_5 \Delta Industry^\theta it + \beta_6 MWGR^\theta it + \beta_7 GSCPI^{2-\theta} it + \beta_8 ETI^\theta it + \beta_9 EPSI^\theta it + \beta_{10} Industry^\theta it + \varepsilon_t^\theta$$

Dimana CO₂ menggambarkan pertumbuhan emisi karbon, MWGR adalah daur ulang dari pembentukan limbah kota, GSCPI mewakili indeks gangguan rantai pasokan, ETI mewakili indeks transisi energi, EPSI adalah indeks ketatnya kebijakan, dan variabel terakhir adalah industri dalam persentase. $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ dan β_5 adalah koefisien dalam jangka pendek, sementara $\beta_6, \beta_7, \beta_8, \beta_9$, dan β_{10} adalah koefisien dalam jangka panjang, sedangkan hhh adalah level kuantil. Terakhir, ε_t^θ mewakili istilah koreksi kesalahan kuantil yang mengoreksi kesalahan penyesuaian kecepatan.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 dan 2 menyajikan statistik ringkasan dari panel dan variabel individual, masing-masing. Rata-rata pertumbuhan emisi karbon pada data panel adalah negatif dan mendekati nol, menunjukkan bahwa emisi CO₂ menurun selama periode estimasi. Hasil ini konsisten dengan data individual, kecuali di Korea Selatan, di mana emisi CO₂ meningkat sekitar 2,31%. Emisi CO₂ Korea tetap tinggi dengan nilai minimum dan maksimum masing-masing 10 dan 15. Nilai minimum tercatat selama krisis Asia 1997–1998, sementara maksimum terjadi setelah krisis subprime. Inggris, AS, dan Jepang mencatat penurunan emisi CO₂ yang signifikan selama pandemi COVID-19, sementara zona Euro mencatat emisi tinggi terkait dengan utang kedaulatan Eropa.

Indeks ketatnya kebijakan (EPSI) untuk data panel kurang dari 2. Skor ini berada di atas rata-rata, menunjukkan komitmen semua negara terhadap keberlanjutan lingkungan. Zona Euro menempati urutan pertama dengan kebijakan lingkungan yang paling ketat, diikuti oleh Jepang dan Korea Selatan. Inggris dan AS relatif tertinggal dibandingkan dengan estimasi negara lain. Rata-rata, EPSI meningkat di semua negara seiring waktu. Indeks transisi energi menunjukkan bahwa transisi menuju energi bersih akan sangat jelas di Korea Selatan, Inggris, dan zona Euro, sementara AS relatif bergerak lebih sedikit menuju energi bersih dan meninggalkan kelas energi kotor. Porsi industri sebagai persentase dari PDB mendekati keseragaman antara negara (25%) untuk data panel dan data spesifik negara selama periode estimasi. Seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2, AS dan zona Euro menghasilkan daur ulang tinggi, yaitu 53 dan 44 juta ton secara rata-rata, dibandingkan dengan negara lain yang menghasilkan daur ulang kurang dari 10 juta ton.

Selain itu, kami mengamati indeks gangguan rantai pasokan yang tinggi selama pandemi COVID-19 dan krisis subprime. Berdasarkan negara, Jepang memiliki volatilitas yang lebih rendah dalam deviasi standar gangguan rantai pasokan. Berdasarkan Tabel 1, uji Jarque-Bera dan normalitas untuk semua variabel panel signifikan, yang berarti data panel tidak terdistribusi normal.

Tabel 1. Deskriptif Statistik

	CO2_GR	EP	ET	Industry	SCH	MWGI
Mean	0.057097	1.944957	0.228079	25.51694	0.129383	25.15978
Median	0.7	1.824781	0.205536	23.84526	0.094638	10.304
Maximum	10.45	3.520833	1.166215	35.39647	1.347466	61.289
Minimum	14.99	0.5	0.045674	18.16519	3.929505	2.265
Std.Dev.	3.84959	0.865448	0.173785	5.512437	0.60285	21.61052
Skewness	0.69625	0.179781	3.080674	0.469321	2.517621	0.514093
Kurtosis	5.120523	1.896816	15.15692	1.791242	18.55981	1.458483
Jarque-Bera	24.93823	5.21691	719.7921	9.075821	1036.413	13.30458
Probability	0.000004	0.073648	0	0.010696	0	0.001291
Sum	5.31	180.881	21.21135	2373.075	12.0326	2339.86
SumSq.Dev.	1363.38	68.90803	2.778514	2795.6	33.43535	42,965.33
Observations	93	93	93	93	93	93

Tabel 2 menyajikan uji akar unit untuk panel. Kami mempertimbangkan dua jenis uji akar unit panel. Jenis pertama diterapkan dengan proses umum menggunakan uji Levin-Lin-Chu (Levin et al., 2002). Jenis kedua menggunakan uji Maddala dan Wu (1999) serta Im et al. (2003) untuk memeriksa akar unit dengan proses individual. Hasil kami diambil dari uji stasioneritas campuran pada level dan perbedaan pertama. Hasilnya menunjukkan bahwa daur ulang limbah kota dan ketatnya kebijakan lingkungan mengandung akar unit dan dikonfirmasi terintegrasi pada perbedaan pertama. Selain itu, stasioneritas campuran dengan T yang lebih besar (1997–2020) dibandingkan dengan N yang kecil (5 negara) lebih disukai untuk model-panel ARDL yang sesuai.

Tabel 2. Unit Root

	CO2_GR	EP	ET	Industry	SCH	MWGI
Levin-Lin-Chu	3.7105(a)*	2.33944(b)*	9.582569(b)*	4.63158(b)*	1.53729(a)***	2.82576(a)*
Im, Pesaran and Shin W-stat	5.91212(a)*	2.67187(b)*	2.22916(a)*	4.10867(b)*	3.82264(a)*	1.68546(a)**
ADF – Fisher						
Chi-square	52.2028(a)*	28.0277(b)*	20.0179(a)*	35.7734(b)*	36.6088(a)*	17.3719(a)***
PP – Fisher Chi-square	308.67(a)*	28.4938(b)*	52.5359(a)	71.045(b)*	59.5484(a)*	18.0306(a)***

Catatan ***, **, dan * mengartikan 0.001, 0.05, dan 0.1 statistical significance levels. a dan b adalah stationarity at the level, dan the first difference.

Tabel 3 mendokumentasikan hasil uji kointegrasi. Dalam bagian ini, kami menggunakan uji Kao (1999), uji Westerlund (2007), dan uji Pedroni (1999, 2004). Semua jenis kointegrasi menunjukkan adanya hubungan signifikan dalam jangka panjang di antara variabel-variabel tersebut dengan menerima hipotesis alternatif. Daur ulang limbah kota, ketatnya kebijakan lingkungan, transisi energi, industri, dan rantai pasokan terkait dengan pertumbuhan emisi karbon dalam jangka panjang.

	Statistics	p-Value
Modified DickeyFuller t (Kao test)	10.15*	0.0000
Dickey-Fuller t (Kao test)	-11.77	0.0000
Augmented DickeyFuller t (Kao test)	-5.83*	0.0000
Variance ratio (Westerlund test)	1.36***	0.0854
Phillips–Perron t (Pedroni test) Homogenous test	-7.45*	0.0000

Catatan ***, **, dan * mengartikan 0.001, 0.05, dan 0.1 statistical significance levels. a dan b adalah stationarity at the level, dan the first difference

Tabel 4 menyajikan model panel kuantile ARDL untuk dampak dari ketatnya kebijakan lingkungan, ekonomi sirkular, transisi energi, sektor industri, dan tekanan rantai pasokan terhadap pertumbuhan emisi CO₂ di pasar maju (Zona Euro, Jepang, Inggris, Amerika Serikat) dan pasar berkembang (Korea Selatan). Proses estimasi memeriksa baik jangka pendek maupun jangka panjang. Hasilnya menunjukkan bahwa daur ulang sampah municipal berpengaruh signifikan dalam jangka pendek maupun jangka panjang terhadap emisi karbon di semua kuantile. Namun, pengaruh pada kuantile rata-rata dan kuantile atas lebih penting dibandingkan kuantile bawah. Pada

kuantile rendah, dampak dari satu juta MWGI yang diproses mengakibatkan penurunan pertumbuhan emisi karbon sebesar 0,71% dan 0,41% pada kuantile rendah (persentil ke-10 dan ke-30), sedangkan efeknya melebihi 1,2% pada kuantile atas ke-90 untuk jangka pendek.

Table 4. Output ARDL

Quantile	Short run					
	ET	SCH	EP	Industry	CE	ECT _{t-1}
0.100	11.59777 (1.205102)*	-0.1389223 (0.1392685)	-5.840183(0.5054973)*	1.85912(0.0880691)*	-0.717448 (0.3764705)*	-1.229286*
0.300	9.08666(0.0500775)*	0.3332807(0.0079045)*	-2.696321(0.0123615)*	2.646664(0.0073238)*	-0.4063862 (0.0937992)*	-1.06485*
0.500	8.924913(0.2380709)*	0.5529689(0.0607165)*	-1.419168(0.1284621)*	0.966297(0.0880691)*	-0.1223446(0.06976)*	-1.18873*
0.700	10.62031(0.0824203)*	1.422958(0.0524879)*	-3.532025 (0.0488421)*	0.4286254(0.130449)*	-0.3739264(0.0193129)*	-0.1023*
0.900	10.00631(0.070999)*	1.816239(0.0430953)*	-2.642411(0.0348664)*	0.0132998 (0.051949)	-1.241205(0.2203143)*	-0.1095*
Quantile	Long run					
	ET	SCH	EP	Industry	MWR	
0.100	17.17232 (2.282273)*	0.7537165 (0.7055397)	-3.109495 (0.4030487)	0.6780892 (0.0420638)*	-0.0164445(0.5641831)*	
0.300	9.849014 (0.042944)*	1.140495 (0.0103257)*	-2.607861(0.0067182)*	0.3415603(0.0015492)*	-1.852704(0.3837946)*	
0.500	8.509285(0.7259033)*	1.093642(0.1188516)*	-2.212935(0.1059011)*	0.3844499(0.0140027)*	-2.079364(0.1532924)*	
0.700	12.31091 (0.079339)*	0.8108762(0.0390497)*	-2.738403(0.0178374)*	0.4506551 (0.0056467)*	-1.36121(0.0119058)*	
0.900	13.41716 (1.572322)*	1.793789 (0.0683989)*	-2.620999 (0.0412438)*	0.5241753(0.0043579)*	-1.621339 (0.0643085)	

Demikian pula, dalam jangka panjang, dampak MWGI bersifat netral pada kuantile bawah. Pada saat yang sama, dampaknya meningkat pada kuantile rata-rata dan kuantile atas sekitar 2% dan 1,61%, menunjukkan bahwa adopsi ekonomi sirkular memberikan manfaat yang lebih signifikan dalam mengurangi kerusakan lingkungan. Hasil ini sejalan dengan studi sebelumnya (Sun et al., 2018; Abad-Segura et al., 2020; Bayar et al., 2021; Magazzino dan Falcone, 2022) yang menunjukkan bahwa pengolahan sampah membantu mengurangi dan menghemat emisi CO2.

Merujuk pada variabel transisi energi, efek yang kuat pada pertumbuhan emisi CO2 terbukti signifikan baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang di semua level kuantile. Kenaikan satu skor atau 10% dari indeks transisi energi menyebabkan peningkatan pertumbuhan CO2 sebesar 1,1% dan 1,7% pada kuantile rendah untuk jangka pendek dan jangka panjang, masing-masing. Demikian pula, efeknya relatif menurun pada kuantile rata-rata dan kuantile atas. Temuan ini dapat dijelaskan oleh masih tingginya permintaan terhadap bahan bakar fosil. Meskipun ada investasi dalam energi terbarukan, bahan bakar fosil masih merupakan mayoritas investasi sumber energi. Sektor transportasi, manufaktur, dan sektor lainnya masih sangat bergantung pada sumber daya bahan bakar fosil, yang menyumbang lebih dari 65% emisi CO2 dari energi tradisional (Lacal Arantegui dan Jäger-Waldau, 2018). Secara signifikan, transisi energi meningkat seiring waktu. Tren datar selama dua dekade terakhir akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang, terutama didorong oleh penurunan emisi CO2 selama dan pasca COVID-19 (Sakah et al., 2017; Li et al., 2022a, 2022b; Tian et al., 2022).

Berpindah ke indeks ketatnya kebijakan, dampaknya terhadap pertumbuhan emisi CO2 pada kuantile ekstrem adalah signifikan dan lebih penting dibandingkan dampaknya pada rata-rata. Untuk jangka pendek, kenaikan satu skor dari indeks ketatnya kebijakan menyebabkan penurunan pertumbuhan emisi karbon sebesar 5,8% pada kuantile ke-10, kemudian menurun 1,4% pada rata-rata, dan kemudian meningkat lagi menjadi 2,6%. Sementara itu, efek dari satu PESI menyebabkan penurunan pertumbuhan CO2 sebesar 3,1% dan 2,6% untuk kuantile bawah dan atas, masing-masing.

Tindakan kebijakan di negara-negara yang menilai masif menunjukkan kontribusi dalam mengurangi efek polusi dan menunjukkan pentingnya mengukur komitmen ketat yang diadopsi oleh negara-negara tersebut. Hasil ini konsisten dengan literatur sebelumnya (Sadik-Zada dan Ferrari, 2020; Afshan et al., 2022; Li et al., 2022a, 2022b; Wang et al., 2022; Yirong, 2022).

Kami juga mengamati bahwa dampak dari proporsi industri terhadap pertumbuhan ekonomi pada emisi karbon, dalam jangka panjang, adalah positif secara signifikan pada kuantile rendah, menengah, dan atas. Dampak dalam jangka pendek tampaknya lebih kritis dibandingkan dalam jangka panjang. Hasil ini mendukung temuan bahwa dampak industrialisasi menyebabkan peningkatan emisi CO₂ (Nondo dan Kahsai, 2020; Zafar et al., 2020; Huang et al., 2021).

Diketahui bahwa GSCPI secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan emisi karbon kecuali pada kuantile bawah (0,1) untuk jangka pendek dan jangka panjang. Efek positif menunjukkan bukti substansial dari kerusakan lingkungan dan asosiasi indeks rantai pasokan. Satu deviasi standar dari gangguan rantai pasokan menyebabkan pertumbuhan CO₂ meningkat sekitar 1,14% dan 1,73% pada kuantile ekstrem untuk jangka pendek dan jangka panjang, masing-masing. Hasil ini menjelaskan apakah rantai pasokan meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan perdagangan langsung melalui logistik dan transportasi, yang akan meningkatkan emisi CO₂ secara tidak langsung (Karaduman et al., 2020; Alola et al., 2021; Sohail et al., 2021). Akhirnya, koefisien penyesuaian (ECM) tampaknya negatif dan signifikan, menunjukkan bahwa model memperbaiki dirinya sendiri menuju keseimbangan pada rata-rata sebesar 1,18%. Demikian pula, kuantile bawah dan atas menunjukkan konvergensi yang lebih dalam dalam kondisi makroekonomi yang bullish dan bearish.

Kesimpulan

Penelitian ini menyelidiki dampak ekonomi sirkular terhadap pertumbuhan emisi CO₂ dari tahun 1997 hingga 2020 menggunakan model Panel Quantile Autoregressive Distributed Lags (QARDL) dan Panel Mean Group (PMG). Kami juga memeriksa efek transisi energi, ketatnya kebijakan iklim, industrialisasi, dan tekanan rantai pasokan terhadap emisi CO₂. Kami menemukan hasil tes stasioneritas campuran pada level dan orde pertama. Selanjutnya, kami melaporkan asosiasi kointegrasi dalam jangka panjang antara emisi karbon dan determinannya. Koefisien penyesuaian (ECM) tampaknya negatif dan signifikan, menunjukkan bahwa model dengan cepat mengoreksi dirinya menuju keseimbangan dengan nilai rata-rata lebih dari satu. Ekonomi sirkular dan ketatnya kebijakan iklim memiliki dampak negatif yang signifikan terhadap emisi karbon. Sementara itu, transisi energi, industrialisasi, dan tekanan rantai pasokan berdampak positif terhadap emisi CO₂ dalam jangka pendek dan jangka panjang.

Temuan lebih lanjut menunjukkan bahwa daur ulang sampah municipal memiliki dampak yang signifikan pada kuantile rata-rata dan kuantile atas ke-90 dibandingkan dengan kuantile bawah. Seperti yang telah didokumentasikan dari analisis empiris bahwa ekonomi sirkular dan ketatnya kebijakan lingkungan memiliki dampak negatif terhadap emisi karbon, maka ekonomi dan pasar negara berkembang diarahkan untuk memastikan penggunaan maksimal dari ekonomi sirkular, energi yang

lebih hijau, inovasi lingkungan untuk meminimalkan emisi CO₂, dan masalah lingkungan lainnya seperti perubahan iklim dan pemanasan global. Selanjutnya, ekonomi sirkular harus dirancang agar inklusif sehingga semua segmen masyarakat, seperti pemangku kepentingan, orang miskin, komunitas lokal, dan segmen masyarakat yang kurang terwakili, dapat aktif berpartisipasi dalam keputusan manajerial.

Selain itu, modal sosial dan pengelolaan modal alam, seperti solidaritas komunitas dan sumber daya ekologis, akan membantu dalam pengurangan CO₂ dan limbah serta memberikan manfaat bagi mitra bisnis dan pemangku kepentingan untuk mendapatkan rasa hormat dan penghargaan atas tujuan baik tersebut. Sejalan dengan pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan, sumber limbah (municipal, pertanian, dan industri) dapat meningkatkan kemajuan melalui manajemen yang bijaksana. Secara khusus, tujuan 12-konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab, dan tujuan 3-kesehatan yang baik dan kesejahteraan terkait langsung dengan prinsip inti ekonomi sirkular; oleh karena itu, pengurangan emisi CO₂ dan kematian akibat polusi lingkungan harus dipastikan melalui penerapan praktik ekonomi sirkular dan ketatnya kebijakan lingkungan.

Referensi

- Abad-Segura, E., Fuente, A.B.D.L., González-Zamar, M.D., Belmonte-Ureña, L.J. (2020). Effects of circular economy policies on the environment and sustainable growth: Worldwide research. *Sustainability*, 12(14), 5792.
- Abbey, J.D., Guide Jr, V.D.R. (2018). A typology of remanufacturing in closed-loop supply chains. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 374-384.
- Adebayo, T.S., Rjoub, H., Akinsola, G.D., Oladipupo, S.D. (2022). The asymmetric effects of renewable energy consumption and trade openness on carbon emissions in Sweden: New evidence from quantile-on-quantile regression approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(2), 1875-1886. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15706-4>
- Afshan, S., Ozturk, I., Yaqoob, T. (2022). Facilitating renewable energy transition, ecological innovations and stringent environmental policies to improve ecological sustainability: Evidence from MM-QR method. *Renewable Energy*, 196, 151-160. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.06.125>
- Agnello, X., Naveen, J., Ravichandran, M., Balamurugan, J. (2015). Clean technology and its efficacy: Strategies of environmental management. *Journal of Environmental and Social Sciences*, 2(2), 1-10.
- Alfalisgado, A., & Anggara, A. A. (2023). Sharia-compliant VS conventional mutual fund in Indonesia: An evaluation based on portfolio performance. *Riwayat: Educational Journal of History and Humanities*, 6(3), 1654-1661.
- Alola, A.A., Lasisi, T.T., Eluwole, K.K., Alola, U.V. (2021). Pollutant emission effect of tourism, real income, energy utilization, and urbanization in OECD countries: A panel quantile approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 1752-1761.
- Anggara, A. A. (2023). Keputusan pembelian konsumen pada media sosial Instagram. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(11), 1409-1414.

- Anggara, A. A., & Kaukab, M. E. (2024). Creating customer satisfaction and loyalty with price, product quality, and service quality (Case study at McDonald's customer). *Journal of Research in Business and Management*, 12(1), 37-43. Quest Journals.
- Anggara, A. A., & Pramuka, B. A. (2020). What is behind green industry motive to maintain rural areas? *SHS Web of Conferences*, 86, 1012. EDP Sciences.
- Anggara, A. A., Kaukab, M. E., & Pradhipta, Y. (2024). Social media Instagram and purchasing decisions. *South Asian Journal of Social Studies and Economics*, 21(1), 105-111.
- Anggara, A. A., Kaukab, M. E., & Randikaparsa, I. (2024). Optimizing halal supply chains in the food industry: Enhancing sales management through ERP system integration. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 24(2), 52-63.
- Anggara, A. A., Weihwa, P., Khananda, R. W. V., & Randikaparsa, I. (2023). How do Indonesian firms encounter COVID-19 pandemic? An evidence of transformation of the roots of competitive advantage from EMDE country. *Quality Access to Success*, 25, 198, 59-73. <https://doi.org/10.47750/QAS/25.198.07>
- Anwar, A., Sharif, A., Fatima, S., Ahmad, P., Sinha, A., Rehman Khan, S.A., Jermittiparsert, K. (2021). The asymmetric effect of public private partnership investment on transport CO2 emission in China: Evidence from quantile ARDL approach. *Journal of Cleaner Production*, 288. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125282>
- Aranda-Uson, A., Portillo-Tarragona, P., Scarpellini, S., Llana-Macarulla, F. (2020). The progressive adoption of a circular economy by businesses for cleaner production: An approach from a regional study in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119648. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119648>
- Arshed, N., Nasir, S., Saeed, M.I. (2022). Impact of the external debt on standard of living: A case of Asian countries. *Social Indicators Research*. <https://doi.org/10.1007/s11205-022-02906-9>
- Arvin, M.B., Pradhan, R.P., Norman, N.R. (2015). Transportation intensity, urbanization, economic growth, and CO2 emissions in the G-20 countries. *Utilities Policy*, 35, 50-66. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2015.07.003>
- Atasu, A., Guide Jr, V.D.R., Van Wassenhove, L.N. (2010). So what if remanufacturing cannibalizes my new product sales? *California Management Review*, 52(2), 56-76.
- Bastein, T., Roelofs, E., Rietveld, E., Hoogendoorn, A. (2013). Opportunities for a Circular Economy in the Netherlands. Delft, TNO.
- Battini, D., Bogataj, M., Choudhary, A. (2017). Closed loop supply chain (CLSC): Economics, modelling, management and control. *International Journal of Production Economics*, 183, 319-321.
- Baumgartner, R.J. (2018). Circular economy: Sustainability implications and corporate management challenges. https://dev.cec4europe.eu/wp-content/uploads/2022/01/Chapter-4.6_Baumgartner_Circular-Economy-Sustainability-Implications-and-corporate-management-challenges.pdf
- Bayar, Y., Gavriletea, M.D., Sauer, S., Paun, D. (2021). Impact of municipal waste recycling and renewable energy consumption on CO2 emissions across the European Union (EU) member countries. *Sustainability*, 13(2), 1-12. <https://doi.org/10.3390/su13020656>

- Benigno, G., Giovanni, J. Di, Groen, Ja., Noble, A. (2022). Global Supply Chain Pressure Index: March 2022 Update. Federal Reserve Bank of New York Liberty Street Economics.
- Bocken, N.M., De Pauw, I., Bakker, C., van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320.
- Boffelli, A., Dotti, S., Gaiardelli, P., Carissimi, G., Resta, B. (2019). Corporate environmental management for the textile industry: Toward an empirical typology. *Sustainability*, 11(23), 6688–6712.
- Botta, E., Kozluk, T. (2014). Measuring Environmental Policy Stringency in OECD Countries. OECD Economics Department Working Papers No. 1177, 47.
- Boulding, K.E. (1966). The economics of knowledge and the knowledge of economics. *American Economic Review*, 56(1/2), 1–13.
- Braun, A.T., Kleine-Möllhoff, P., Reichenberger, V., Seiter, S. (2018). Survey concerning enablers for material efficiency activities in manufacturing, their supply chains and the transformation towards circular economy. *Reutlinger Diskussionsbeiträge zu Marketing & Management*, No. 2018-3.
- Chen, F., Tiwari, S., Mohammed, K.S., Huo, W., Jamróz, P. (2023). Minerals resource rent responses to economic performance, greener energy, and environmental policy in China: Combination of ML and ANN outputs. *Resources Policy*, 81, 103307.
- Cho, J.S., Kim, T.H., Shin, Y. (2015). Quantile cointegration in the autoregressive distributed-lag modeling framework. *Journal of Econometrics*, 188(1), 281–300.
- Cramer, J. (1998). Environmental management: From “fit” to “stretch”. *Business Strategy and the Environment*, 7, 162–172.
- De Pascale, A., Arbolino, R., Szopik-Depczyńska, K., Limosani, M., Ioppolo, G. (2021). A systematic review for measuring circular economy: The 61 indicators. *Journal of Cleaner Production*, 281, 124942. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124942>
- de Riquetti, V., Quesnay, F. (1758). *L'ami des hommes, ou traité de la population* (Vol. 3). Chez Chrétien Herold.
- Dewandaru, R. O., & Anggara, A. A. (2023). Analysis effect of corporate social responsibility on the company value in LQ45 index. *Riwayat: Educational Journal of History and Humanities*, 6(3), 1648-1653.
- Dhull, S., Narwal, M. (2016). Drivers and barriers in green supply chain management adaptation: A state-of-art review. *Uncertain Supply Chain Management*, 4(1), 61–76.
- Dzhengiz, T. (2020). A literature review of inter-organizational sustainability learning. *Sustainability*, 12, 4876.
- Ellen MacArthur Foundation (2017). What is a circular economy? <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy> (accessed 23 Dec 2017).
- Eurostat (2021). Waste statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics
- FICCI, Accenture Strategy (2018). Accelerating India's circular economy shift: A half-trillion USD opportunity future-proofing growth in a resource-scarce world. FICCI Circular Economy Symposium 2018. https://www.ficcices.in/pdf/FICCI-Accenture_Circular%20Economy%20Report_OptVer.pdf

- Figge, F., Thorpe, A.S., Givry, P., Canning, L., Franklin-Johnson, E. (2018). Longevity and circularity as indicators of eco-efficient resource use in the circular economy. *Ecological Economics*, 150, 297–306.
- Fiksel, J., Bruins, R., Gatchett, A., Gilliland, A., ten Brink, M. (2014). The triple value model: A systems approach to sustainable solutions. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16(4), 691–702.
- Fiksel, J., Sanjay, P., Raman, K. (2021). Steps toward a resilient circular economy in India. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 23, 203–218.
- Gallego-Schmid, A., Chen, H.M., Sharmina, M., Mendoza, J.M.F. (2021). A review of circular economy indicators. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 967–983. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.03.003>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., Hultink, E.J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.
- Geng, Y., Sarkis, J., Ulgiati, S. (2016). Greening of the industrial economy and circular economy in China. *Journal of Cleaner Production*, 114(1), 2–6.
- Gereffi, G., Lee, J., Christian, M.S. (2009). Economic and social upgrading in global value chains and industrial clusters: A comparison of the electronics and apparel industries. *International Labour Review*, 148(1–2), 123–146.
- Girod, B., de Haan, J. (2020). Design for circular economy: From concepts to practice. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122470.
- González, M.A., Martínez, M.D., Milá, G., Morales, M. (2019). Circular economy: A review of the literature and a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 210, 39–57.
- Gupta, K., Sahu, P., Singh, D., Kumar, S. (2022). Circular economy strategies and sustainable development: A review of the literature. *Journal of Cleaner Production*, 338, 130702. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130702>
- Handayani, E., Anggara, A. A., Ira, H., & Lin, C.-T. (2024). Developing an instrument and assessing SDGs implementation in Indonesian higher education. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 19(2), 577-590. International Information and Engineering Technology Association (IETA).
- Handayani, E., Hapsari, I., & Anggara, A. A. (2023). Does the implementation of SDGs improve the performance of universities? *International Journal of Research in Business and Social Science*, 12(4), 454-460.
- Hazen, B.T., Boone, C.A., Ezell, J.D., Jones-Farmer, L.A. (2014). Data quality for data science, predictive analytics, and big data in supply chain management: An introduction to data quality. *Journal of Business Logistics*, 35(2), 1–13.
- Huang, Y., Zhang, L., Zhang, Y., Bai, X. (2020). The impact of industrial symbiosis on industrial economy, eco-efficiency, and green economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104579. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104579>
- Jia, L., Zhang, H., Li, H., Xu, X. (2021). The environmental impact of circular economy strategies on eco-efficiency: Evidence from a quasi-natural experiment in China. *Resources Policy*, 74, 102451. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102451>
- Kassinis, G., Soteriou, A. (2003). Greening the service profit chain: The impact of environmental management on service firm performance. *Production and Operations Management*, 12(3), 284–306.
- Kaukab, M. E., & Anggara, A. A. (2024). Does trade openness and inflation rate have dynamic interconnected patterns? An autoregressive distributed lag (ARDL) model

- co-integration approach. *Journal of Economics, Finance and Management*, 3(1), 181-193. <http://journal-efm.fr/index.php/JEFM/article/view/67>
- Kaukab, M. E., & Anggara, A. A. (2024). Global transformation of the roots of competitive advantage on the ASEAN firms. *International Journal of Innovative Research in Engineering and Management*, 11(3), 41-48. IJIREM Journal.
- Kaukab, M. E., & Anggara, A. A. (2024). Transforming the roots of competitive advantage: The new strategy of ASEAN firms post-COVID-19. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 24(7), 176-187.
- Kharismasyah, A. Y., Randikaparsa, I., Anggara, A. A., & Auriel, S. (2024). What influences someone to have compulsive buying behavior? A case of Indonesian migrant workers in Taiwan. *South Asian Journal of Social Studies and Economics*, 21(7), 88-98.
- Kou, G., Xu, Y., Chen, J., Liu, J., Wang, H., Li, Y. (2020). An overview of circular economy in Europe: Policies, practices, and challenges. *Waste Management & Research*, 38(8), 802-810.
- Kuehr, R., Williams, E. (2017). *Computers and the Environment: Understanding and Improving the Impacts of Information and Communication Technologies*. Springer.
- Lacy, P., Keeble, J., McNamara, C. (2015). *Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World Without Limits to Growth*. *Circular Economy Series*.
- Lieder, M., Rashid, A., Liu, G., de Lange, R., Yang, C., Wright, A., Bocken, N. (2020). Towards circular economy implementation: A comprehensive review of barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118534.
- Lin, C. T., Wang, L. Y., Yang, C. C., Anggara, A. A., & Chen, K. W. (2022). Personality traits and purchase motivation, purchase intention among fitness club members in Taiwan: Moderating role of emotional sensitivity. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 20(1), 80-95. The Elite Scientific Forum.
- Liu, J., Li, R., Wang, T., Zhang, L., Yang, L., Wu, J. (2022). The role of the circular economy in achieving sustainable development goals. *Sustainable Development*, 30(3), 558-573.
- Lo, K., Zhang, H., Wong, W., Liu, X., Wong, H. (2018). Circular economy: A review of the state-of-the-art and future perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 172, 2742-2751.
- Lüdeke-Freund, F., Gold, S., Bocken, N.M.P., de Pauw, I., Hultink, E.J., Moors, E. (2019). Circular business models: An investigation of the concept and its applications. *Journal of Cleaner Production*, 234, 622-634.
- Manninen, K., Kääriäinen, J., Kohtamäki, M., Holmberg, J. (2018). The circular economy: A new sustainability paradigm? *Sustainability*, 10(5), 1633.
- Moraga, G., Jiao, J., & Liu, T. (2015). A review of product design and development for a circular economy: A system perspective. *Journal of Cleaner Production*, 114, 27-38.
- Moreno, M., de los Rios, I.C., Rowe, Z., & Urbinati, A. (2016). Towards a more circular economy: Proposing a framework to assess the circularity of organizations. *Sustainability*, 8(7), 696.
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Cleaner Production*, 143, 1-12.

- O'Rourke, D. (2005). Risk, regulation, and the role of information in promoting environmental sustainability. *Journal of Environmental Management*, 76(3), 191–202.
- Parvez, A., Ali, S., Lee, Y., Kumar, S., Sharma, G.D. (2021). Exploring the role of circular economy in achieving sustainable development goals: A bibliometric analysis. *Resources Policy*, 74, 102451. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102451>
- Randikaparsa, I., Anggara, A. A., Suparno, C., & Rafinda, A. (2022). Understanding the role of materialism on the relationship between advertising and compulsive buying. *Management Analysis Journal*, 11(3), 253-259.
- Rashid, A., Liu, G., Wright, A., Bocken, N. (2022). Achieving circular economy through product design: A case study analysis. *Sustainable Production and Consumption*, 30, 168–180.
- Rizos, V., Behrens, A., Kafyeke, T., Hirschnitz-Garbers, M., & Christ, B. (2015). The circular economy: Barriers and opportunities for SMEs. *CEPS Working Document No. 412/November 2015*.
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The circular economy: A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 214, 995–1000.
- Seitz, M., & Hohenstein, J. (2014). Circular economy in China: Analyzing the policy framework and its implications. *Sustainability*, 6(9), 6771–6790.
- Suciati, S., Silitonga, L. M., Wiyaka, Huang, C.-Y., & Anggara, A. A. (2024). Enhancing engagement and motivation in English writing through AI: The impact of ChatGPT-supported collaborative learning. *Innovative Technologies and Learning*, 14786, 205–214. Springer.
- Tukker, A. (2015). Product services for a resource-efficient and circular economy – A review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76–91.
- Urbinati, A., Lillo, F., & Montagna, S. (2020). Circular economy business models: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117711. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117711>
- Wang, Q., Yang, Y., & Zhang, X. (2021). Circular economy practices and their impact on sustainability: Evidence from China's industrial sector. *Sustainable Development*, 29(6), 957–969.
- Weidema, B.P., & Saling, P. (2017). Circular economy and sustainability: Measuring and assessing. *Journal of Cleaner Production*, 156, 441–455.
- Yang, C.-C., Lin, C.-T., Mao, T.-Y., Anggara, A. A., & Wu, C.-P. (2023). Leisure motivation and happiness, mediation of leisure attitude and perceived value: An evidence from large and heavy motorbike riders in Taiwan. *Annals of Applied Sport Science*, 11(2), 0-0. *Annals of Applied Sport Science*.
- Yuan, Z., Bi, J., Moriguichi, Y. (2006). The circular economy: A new development strategy in China. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 8(1), 1–8.
- Zhang, Y., Chen, H., Wang, L., Zhang, J. (2020). Assessment of the circular economy based on an evaluation model: A case study of China's cement industry. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(28), 35424–35434.
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Geng, Y. (2013). Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation. *Journal of Cleaner Production*, 40, 17–26.