

PUBLIKASI PENELITIAN TERAPAN DAN KEBIJAKAN

e-ISSN: 2621-8119

DOI: <https://doi.org/10.46774/pptk.v7i1.576>

Determinasi *Green Knowledge Economy* Terhadap Kinerja UKM Indonesia Berkelanjutan *Green Knowledge Economy Determination on the Performance of Sustainable Indonesia SMEs*

Muhammad Alfarizi^{1*}, Rafialdo Arifian²

¹ Program Studi PJJ Manajemen, BINUS Online, Universitas Bina Nusantara, Jakarta Barat, Indonesia

^{2,3} Program Studi Magister Manajemen, Direktorat Pascasarjana, Universitas Sangga Buana YPKP, Bandung, Indonesia

* Korespondensi Penulis: Phone : +6288740032978, muhammad.alfarizi@binus.ac.id

Diterima : 28 Maret 2024

Direvisi : 24 Juni 2024

Diterbitkan : 30 Juni 2024



This is an open access article under
the CC BY-SA license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)

PPTK is indexed Journal and
accredited as Sinta 4 Journal
(<https://sinta.kemdikbud.go.id/journals/profile/7050>)

ABSTRACT

Indonesian SMEs face the paradox of economic growth and environmental impact, driven to adopt the green knowledge economy for environmental and social sustainability, typically applied in larger sectors. This study evaluates the influence of the green knowledge economy on SME performance based on SDGs, focusing on emerging benefits and challenges. Five dimensions of the green knowledge economy (green Industry 4.0 technologies, green education-HRM, circular economy practices, green economic incentives-institutional systems, and green innovation) are proposed to be linked with SME sustainable development dimensions. A total of 337 Indonesian SME owners were surveyed online and analyzed using PLS-SEM techniques. The results show that the hypotheses linking green Industry 4.0 technologies, green education-HRM, circular economy practices, green economic incentives-institutional systems, and green innovation with sustainability (ecological, institutional, socioeconomic, and community) were accepted, except for circular economy practices, which did not impact institutional sustainability. Government policy strategies supporting SME transformation towards sustainability through enhanced green economic capabilities are necessary. Research collaboration is needed to support sustainable and innovative business practices among SMEs. Integrating the green knowledge economy into training, education, and financial assistance is crucial for economic continuity with positive social and environmental impacts.

Keywords: Green Knowledge Economy, Sustainability, SDGs, SMEs

ABSTRAK

UKM Indonesia menghadapi paradoks pertumbuhan ekonomi dan dampak lingkungan, didorong menerapkan green knowledge economy untuk keberlanjutan lingkungan dan sosial, biasanya diterapkan sektor besar. Studi ini mengevaluasi pengaruh green knowledge economy terhadap kinerja UKM berbasis SDGs, dengan fokus pada manfaat dan tantangan yang muncul. Lima dimensi green knowledge economy (teknologi industri 4.0 hijau, pendidikan-HRM hijau, praktik ekonomi sirkular, insentif ekonomi hijau-sistem kelembagaan, dan inovasi hijau) diusulkan terkait dengan dimensi pembangunan berkelanjutan UKM. Sebanyak 337 pemilik UKM Indonesia disurvei secara online dan dianalisis dengan teknik PLS-SEM. Hasil penelitian menunjukkan hipotesis yang menghubungkan teknologi industri 4.0 hijau, pendidikan-HRM hijau, praktik ekonomi sirkular, insentif ekonomi hijau-sistem kelembagaan, dan inovasi hijau dengan keberlanjutan (ekologis, kelembagaan, sosial ekonomi, dan komunitas) diterima, kecuali praktik ekonomi sirkular yang tidak mempengaruhi keberlanjutan kelembagaan. Strategi kebijakan pemerintah yang mendukung transformasi UKM diperlukan menuju keberlanjutan melalui peningkatan kapabilitas ekonomi hijau. Kolaborasi riset dibutuhkan untuk mendukung praktik bisnis berkelanjutan dan inovatif di kalangan UKM. Integrasi green knowledge economy dalam pelatihan, pendidikan, dan bantuan keuangan penting untuk kesinambungan ekonomi yang berdampak positif sosial dan lingkungan.

Kata kunci: Green Knowledge Economy, Keberlanjutan, SDGs, UKM

PENDAHULUAN

Sektor ekonomi sangat dipengaruhi oleh kondisi lain baik terutama peristiwa besar skala global seperti pandemi dan peperangan. Pada triwulan II 2020, pertumbuhan ekonomi Indonesia menyusut karena penurunan berbagai aspek, seperti pengeluaran rumah tangga dan realisasi investasi dan pengeluaran pemerintah (Jiuhardi, Caisar Darma, and Heksarini 2021). Namun pertumbuhan ekonomi Indonesia pada triwulan I tahun 2023 mencapai 5,03 persen secara tahunan, sedikit di atas perkiraan pemerintah dan melampaui harapan pakar ekonomi (Ginting 2023). Di tengah penurunan harga komoditas global yang melandai, kinerja perdagangan luar negeri dan tingkat konsumsi rumah tangga masih kuat dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di awal tahun. Dengan demikian, dalam situasi ketidakpastian global dan proses pemulihan ekonomi pasca-pandemi, pertumbuhan ekonomi RI secara stabil tumbuh di atas 5 persen selama enam triwulan berturut-turut sejak triwulan IV tahun 2021.

Penguatan Usaha Kecil dan Menengah (UKM) menjadi kunci pemulihan ekonomi karena merupakan penggerak utama. Selain itu, UKM juga memainkan peran penting dalam menciptakan lapangan kerja, mengurangi pengangguran, dan berkontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). UKM berhasil menyerap sebanyak 97% tenaga kerja, memberikan kontribusi sekitar 61,07% atau 572,5 miliar USD jika diubah dari Rupiah Indonesia ke PDB. Suhada dkk (2022) menyatakan pertumbuhan ekonomi negara berkembang sangat bergantung kepada bisnis UKM (Suhada et al. 2022).

Namun baru-baru ini berbagai riset lingkungan hidup dunia menyatakan operasional UKM memiliki efek negatif terhadap lingkungan hidup yang lebih masif dan cepat dibandingkan industri besar (Vihma and Moora 2020; Garrido-Prada et al. 2021; Famiola and Wulansari 2019). Selain itu telah dilaporkan oleh studi perekonomian negara berkembang bahwa 70% atau lebih UKM tidak memiliki keberlanjutan, dan karena itu mereka sering tidak bertahan lebih dari lima tahun (Rodrigues et al. 2021). Hal ini disebabkan UKM kebanyakan hanya berfokus pada

keuntungan bisnis tanpa mempertimbangkan kondisi ekosistem alam maupun masyarakat seperti kenaikan biaya energi, kesejahteraan dan keamanan pekerja, lingkungan hidup sekitar bisnis serta emisi karbon. Sehingga UKM mulai didorong mengimplementasikan konsep bisnis berkelanjutan dengan memperhatikan kondisi lingkungan dan sosial dalam strategi bisnis. Konsep bisnis berkelanjutan sangat sejalan dengan visi green economy yang digagas oleh Presiden RI (Anggraeni, Achsanta, and Purnomowati 2023).

Konsep keberlanjutan dalam konteks UKM telah menjadi landasan untuk membantu memahami kehidupan banyak perusahaan dalam arena persaingan saat ini. Namun, sebagian besar UKM memiliki tingkat pemahaman yang berbeda-beda tentang praktik berkelanjutan. Selain itu, isu keberlanjutan dalam konteks UKM mendapat sedikit perhatian dalam literatur, karena sebagian besar penelitian akademik tentang keberlanjutan berfokus pada pemeriksaan fenomena keberlanjutan di perusahaan besar. Sehingga para akademisi ekonomi dunia mulai memperkenalkan konsep *green knowledge economy* sebagai titik fundamental peningkatan kemakmuran ekonomi, sosial dan lingkungan yang dapat dipertahankan secara berkelanjutan.

Green knowledge economy adalah mengacu pada sistem ekonomi yang rendah karbon, hemat sumber daya, pemanfaatan teknologi dan inklusif secara sosial (Newton 2011). Dalam ekonomi hijau, pertumbuhan lapangan kerja dan pendapatan didorong oleh investasi publik dan swasta dalam kegiatan ekonomi, infrastruktur, dan aset yang mendorong pengurangan emisi karbon, peningkatan efisiensi energi dan sumber daya, serta pelestarian keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem. Beberapa negara maju khususnya kawasan timur tengah dengan sumber daya perminyakan telah menerapkan *green knowledge economy* dalam kebijakan pemanfaatan sumber daya alam yang berdampak besar pada pembangunan kesejahteraan masyarakat (Abdouli and Hammami 2018). Dengan memanfaatkan teknologi digital dan cara kerja berbasis pemulihan lingkungan dan tanggung jawab

sosial, *green knowledge economy* telah memungkinkan negara kawasan timur tengah menjadi negara yang semakin makmur. *Green knowledge economy* memberikan banyak peluang bagi negara kawasan timur tengah untuk menjadi lebih makmur dan kompetitif di dunia yang semakin mengglobal (Lee and van der Heijden 2019a). Misalnya, telah memungkinkan bisnis mengintegrasikan teknologi canggih, seperti kecerdasan buatan (AI) dan robotika, untuk meningkatkan efisiensi energi, mengurangi biaya, dan meningkatkan kualitas. Selain itu, telah menciptakan jenis peluang kerja baru yang memerlukan keterampilan khusus, seperti pengembangan web, rekayasa perangkat lunak, analisis penghijauan dan analisis data.

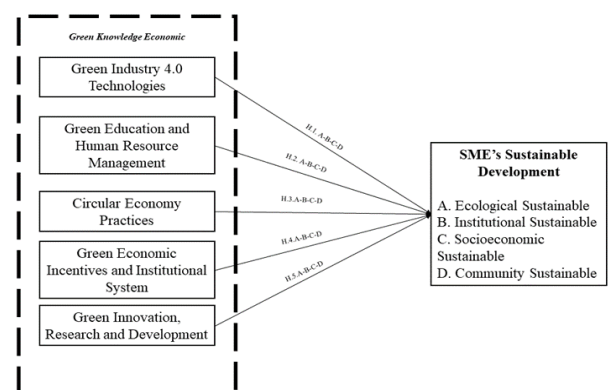
Green knowledge economy memiliki potensi untuk diterapkan pada sektor UKM dikarenakan fokus konsep pada pada penciptaan, penyebaran, dan investasi pengetahuan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan ekologi (Wang et al. 2022). Konsep ini berupaya menjadi mesin utama pertumbuhan ekonomi yang bergantung pada ketersediaan teknologi informasi dan komunikasi serta penggunaan inovasi ramah lingkungan dan sumber daya manusia, yang merupakan salah satu aset paling berharga di dalamnya. Untuk tujuan ini, bangsa dan masyarakat yang bertujuan untuk pembangunan dan kemajuan dapat mengandalkan konsep ini, tidak hanya untuk mencapai pertumbuhan ekonomi berbasis ekologi tetapi juga untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. Keterampilan dinamis berbasis pengetahuan ramah lingkungan memberi pengaruh positif pada tujuan pembangunan berkelanjutan, sedangkan elemen komposisi menunjukkan dampak berlipat ganda, baik langsung maupun tidak langsung (Odiyo, Musyoki, and Makungo 2022). Selain itu, beberapa studi terkait *green knowledge economy* telah menunjukkan efek yang positif pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan di berbagai tahap pembangunan ekonomi (Teelucksingh 2019; do Rosário Cabrita et al. 2016; Lee and van der Heijden 2019a). Namun kebanyakan studi yang ada mengulas efek dalam operasional bisnis besar

dan pada objek negara maju. Sehingga studi ini merasa perlunya mengulas peluang pergeseran UKM sebagai kekuatan ekonomi Indonesia menuju *green knowledge economy* dalam mendorong keunggulan kompetitif bisnis serta berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan pada dimensi lingkungan, ekonomi, dan sosial.

Sehingga studi ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh *green knowledge economy* terhadap kinerja bisnis UKM berbasis SDGs, dengan fokus khusus pada potensi manfaat dan tantangan yang terkait dengan fenomena ini. Studi ini akan mendorong kontribusi pada pemodelan *green knowledge economy* khusus untuk sektor UKM dalam konstruksi ekonomi hijau dan pembangunan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Studi ini memilih pendekatan kuantitatif berbasis survei untuk menganalisis pengaruh *green knowledge economy* terhadap kinerja bisnis UKM berdasarkan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, dengan fokus khusus pada potensi manfaat dan tantangan yang terkait dengan fenomena ini. Analisis pemodelan dilakukan berdasarkan tujuan penelitian dan hasil kajian literatur yang membentuk 5 hipotesis bercabang atau total 20 hipotesis dengan model penelitian pada gambar 1.



Gambar 1. Model Penelitian

Pemilihan survei sebagai media pengambilan data membuat perlunya dikembangkan instrumen kuisisioner penelitian dari hasil kajian literatur yang ada. Namun diperlukan penyesuaian indikator instrumen

dari riwayat literatur agar sesuai dengan kondisi sektor UKM Indonesia melalui interaksi dengan praktisi dan akademisi bidang UKM dan Lingkungan Hidup afiliasi peneliti. Studi ini menggunakan pengukuran multi-item untuk meningkatkan reliabilitas dan validitas dan menghilangkan kesalahan. Semua item diadaptasi untuk menangkap persepsi pemilik UKM di Indonesia dalam kapabilitas *green knowledge economy* dan bagaimana dampaknya dalam kontribusi SDGs. Tabel 1 menggambarkan lebih lanjut item indikator setiap variabel dan referensi pengacu pengembangan instrumen penelitian.

Tabel 1. Operasionalisasi Variabel

Variabel	Indikator	Sumber
<i>Green Industry 4.0 Technologies</i>	Penggunaan energi terbarukan	(Yin and Yu 2022; Ciocoiu 2011; Sarfraz et al. 2022)
	Efisiensi energi	
	Manufaktur berkelanjutan	
	Internet of Things dalam Manufaktur	
	Penggunaan teknologi produksi ramah lingkungan	
	Konservasi air dan limbah	
	Penggunaan Artificial Intelligence	
	Upaya pengurangan emisi	
	Teknologi transaksi dan pencatatan berkelanjutan	
	Peluang pengembangan pengetahuan bisnis berkelanjutan	
<i>Green Education and Human Resources Management</i>	Akses pengetahuan bisnis berkelanjutan	(Hennemann, Draser, and Stofkova 2021; Al-Ghazali and Afsar 2020)
	Kemudahan pendidikan dan pelatihan	
	Perjanjian dengan lembaga pendidikan atau pelatihan	
	Pembinaan berkelanjutan dari UKM	
	Program pemberdayaan karyawan dalam	

	lingkungan dan inovasi	
<i>Circular Economy Practices</i>	Penggunaan bahan daur ulang	(Sohal et al. 2022; Brendzel-Skowera 2021; Sohal and De Vass 2022; Pereira et al. 2022; Luthra et al. 2022)
	Penggunaan produk tahan lama	
	Inisiatif pengurangan dan pemanfaatan limbah	
	Penggunaan energi terbarukan	
	Praktik pengemasan produk berkelanjutan	
	Upaya perpanjangan siklus hidup produk	
	Desain produk berbasis sirkular	
	Kemitraan bisnis berkelanjutan	
	Model bisnis berkelanjutan	
	Daur Ulang dan Pengolahan Produk End-of-Life	
<i>Green Economy Incentives and Institutional System</i>	Adopsi model Sharing Economy	(Song, Wang, and Zhang 2020; Ullah et al. 2021)
	Insentif perpajakan bagi bisnis berkelanjutan	
	Prioritas Bantuan pemerintah dalam peningkatan ekonomi mikro, kecil dan menengah ramah lingkungan	
	Kemudahan akses informasi pelatihan dan pembinaan UKM ramah lingkungan	
	Gairah lingkungan investasi bisnis ramah lingkungan	
	Dukungan Hukum dan undang-undang UKM-lingkungan hidup	
	Dukungan kerangka bisnis dari legislatif	
<i>Green Innovation, Research and Development</i>	Inovasi dan pembaharuan produksi berbasis ramah lingkungan	(Sun and Sun 2021; Song, Wang, and Zhang 2020; Ebrahimi and Mirbargkar 2017)
	Inovasi produk berbasis ramah lingkungan	

	Inovasi dan pembaharuan sistem administrasi transaksi berbasis ramah lingkungan	
	Inovasi dan pembaharuan sistem komunikasi pemasaran bisnis	
	Implementasi rekomendasi strategi bisnis dari hasil riset akademisi	
<i>Ecological Sustainable</i>	Kinerja penghematan energi	(Šebestová and Sroka 2020; Smith et al. 2022; Ullah et al. 2021; Hung and Chen 2023)
	Kinerja pengelolaan air dan limbah	
	Kinerja pengurangan jejak karbon	
	Kinerja penggunaan energi terbarukan	
	Kinerja pengurangan limbah bahan makanan	
	Pengurangan bahan suboptimal (bahan berkualitas rendah)	
	Pengurangan efek negatif operasional bisnis terhadap kondisi ekologis sekitar	
<i>Institutional Sustainable</i>	Kinerja kepemimpinan berkelanjutan	(Šebestová and Sroka 2020; Smith et al. 2022; Ullah et al. 2021; Hung and Chen 2023)
	Kebijakan bisnis dalam lingkungan dan sosial	
	Kemitraan stakeholder	
	Sertifikasi bisnis berkelanjutan	
	Transparansi praktik bisnis	
	Efisiensi Operasional	
	Peningkatan laba keuntungan bisnis	
	Peningkatan jumlah pelanggan	
<i>Socioeconomic Sustainable</i>	Pemberdayaan ekonomi komunitas	(Šebestová and Sroka 2020; Smith et al. 2022; Ullah et al. 2021; Hung and Chen 2023)
	Kesetaraan dalam gender dalam bisnis	
	Keterlibatan dalam inisiatif sosial	

	Kontribusi perpajakan	
	Partisipasi dalam kegiatan tanggung jawab sosial	
	Kerjasama dengan Pemda	
<i>Community Sustainable</i>	Penciptaan lapangan kerja lokal	(Šebestová and Sroka 2020; Smith et al. 2022; Ullah et al. 2021; Hung and Chen 2023)
	Kontribusi dukungan pada usaha mikro dan kecil sekitar bisnis	
	Kemitraan dalam komunitas UKM Daerah dalam pengembangan bisnis berkelanjutan	

Kuisisioner dikembangkan menjadi tiga bagian yakni identifikasi data demografis responden, pernyataan *green knowlegde economy* dan UKM berbasis pembangunan berkelanjutan. Skala pengukuran setiap indikator dengan skala likert lima poin. Populasi penelitian merupakan Usaha Kecil dan Menengah di Indonesia, menjadi perhatian bahwa unit bisnis kategori mikro tidak dilibatkan karena kapabilitas bisnis terbatas pemenuhan kebutuhan hidup. Teknik penarikan sampel dengan purposive sampling dengan kriteria UKM berusia minimum satu tahun. Campbell dkk (2020) menyatakan perlunya perhitungan sampel minimum agar memastikan penelitian memiliki sampel representatif dengan cara perhitungan lima kali lipat dari total indikator (Campbell et al. 2020). Studi ini memiliki 61 Indikator, sehingga dibutuhkan minimum 305 sampel minimum yang representatif.

Pengumpulan data dilakukan dari Mei 2023 hingga Juli 2023 dengan teknik penyebaran berbasis online dengan platform *Google Form*. Studi ini memilih teknik analisis Structural Equation Modelling-Partial Least Square (SEM-PLS) karena teknik ini lebih cocok untuk tujuan prediktif dari penelitian. PLS-SEM pada dasarnya adalah paket lengkap analisis statistik yang mencakup reliabilitas, validitas, dan pengujian hipotesis pada dasar-dasar analisis regresi, moderasi, dan mediasi (Becker et al. 2023). Penelitian saat ini

menggunakan beberapa mediator untuk memahami kedalaman mekanisme tujuan riset. Teknik PLS-SEM memiliki kekuatan prediksi yang lebih baik dibandingkan SEM berbasis kovarians (CB-SEM) (Hair Jr. et al. 2017). Penelitian ini mempergunakan sistem SmartPLS Versi 4 sebagai versi terbaru dalam aplikasi analisis SEM PLS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Karakteristik responden menyajikan informasi tentang beberapa variabel yang mencakup gender, usia, lokasi demografi, pendidikan terakhir, jenis usaha, kategori usaha, dan usia bisnis dari sebuah sampel populasi yang tidak disebutkan. Studi ini berhasil mendapatkan 337 responden penelitian yang didapatkan dari penyebaran kuisioner survei online melalui media sosial dan paguyuban UKM binaan afiliasi peneliti.

Penelitian ini berhasil mendapatkan 337 responden penelitian dengan gender wanita pemilik UKM mendominasi 65% dari total sampel, sedangkan pria berjumlah 118 orang atau 35% dari sampel. Mayoritas responden berada di kelompok usia 41-50 tahun, dengan jumlah 114 (34%). Dalam studi ini pemilik UKM kebanyakan berasal dari pulau Jawa hingga mencapai 57%. Sedangkan wilayah-wilayah lainnya memiliki proporsi yang lebih rendah, seperti Kalimantan (12%), Sumatera (16%), Bali-Nusa Tenggara (8%), Sulawesi (5%), dan Maluku-Papua (2%). Pada sisi pendidikan responden mayoritas memiliki latar belakang pendidikan sarjana/diploma dengan jumlah 139 (41%).

Tabel 2. Karakteristik Responden

	Total	Persentase
Gender		
Pria	118	35%
Wanita	219	65%
Umur		
20-30 Tahun	52	15%
31-40 Tahun	39	12%
41-50 Tahun	114	34%
51-60 Tahun	85	25%
>60 Tahun	47	14%
Lokasi Demografi		
Jawa	193	57%
Kalimantan	40	12%

Sumatera	54	16%
Bali-Nusa Tenggara	25	8%
Sulawesi	17	5%
Maluku-Papua	8	2%
Pendidikan Terakhir		
Sekolah Dasar	29	9%
Sekolah Menengah Pertama	50	15%
Sekolah Menengah Atas	78	23%
Sarjana/Diploma	139	41%
Magister/Doktor	41	12%
Jenis Usaha		
Kuliner	109	32%
Agribisnis	127	38%
Manufaktur	56	17%
Fashion	45	13%
Kategori Usaha		
Mikro	159	47%
Kecil	126	37%
Menengah	52	16%
Usia Bisnis		
2-6 Bulan	68	20%
7-12 Bulan	104	31%
1-2 Tahun	83	25%
3-4 Tahun	40	12%
≥ 5 Tahun	42	12%

Pengujian Validitas dan Reliabilitas

SmartPLS 3.0 digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan parsial kuadrat terkecil dari model persamaan struktural (SEM-PLS) untuk mengukur validasi model dan menguji hubungan antara hipotesis penelitian dalam model struktural. Becker dkk (2023) menyatakan bahwa perlunya pengujian validitas dan reliabilitas dengan menggunakan taktik pembagian untuk meningkatkan kecocokan model dan mendapatkan perkiraan yang akurat (Becker et al. 2023). Ada beberapa tes yang digunakan untuk mengukur validitas dan reliabilitas konstruk.

Pertama, pengujian validitas menggunakan nilai *outer loading* setiap indikator dalam variabel dengan nilai persyaratan >0.7 (Hair Jr. et al. 2017). Pada tabel 3 ditemukan seluruh indikator berhasil mencapai nilai persyaratan validitas loading. Pengujian validitas juga dilakukan melalui pengujian *Average Variant Extracted* dengan nilai minimum 0.5 (Rigdon, Sarstedt, and Ringle 2017). Hasil analisis pada tabel 3

menunjukkan seluruh variabel telah mencapai nilai AVE dengan baik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Validitas dan Reliabilitas

Variabel	Item Loadings	Outer Loadings	AVE	Composite Reliability	Cronbach's Alpha
<i>Green Industry 4.0 Technologies</i>	GIT1	0.851	0.538	0.912	0.891
	GIT2	0.963			
	GIT3	0.842			
	GIT4	0.789			
	GIT5	0.867			
	GIT6	0.749			
	GIT7	0.750			
	GIT8	0.916			
<i>Green Education and HRM</i>	GEHRM1	0.725	0.538	0.874	0.827
	GEHRM2	0.757			
	GEHRM3	0.813			
	GEHRM4	0.769			
	GEHRM5	0.900			
	GEHRM6	0.751			
<i>Circular Economic Practices</i>	CEP1	0.827	0.520	0.922	0.906
	CEP2	0.873			
	CEP3	0.995			
	CEP4	1.000			
	CEP5	0.754			
	CEP6	0.760			
	CEP7	0.799			
	CEP8	0.823			
	CEP9	0.763			
	CEP10	0.794			
	CEP11	0.986			
<i>Green Economic Incentives and Institutional System</i>	GEIIS1	0.773	0.561	0.858	0.842
	GEIIS2	0.815			
	GEIIS3	0.863			
	GEIIS4	0.780			
	GEIIS5	0.957			
	GEIIS6	0.829			
<i>Green Innovation, Research and Development</i>	GRnD1	0.740	0.639	0.898	0.856
	GRnD2	0.791			
	GRnD3	0.836			
	GRnD4	0.845			
	GRnD5	0.758			
<i>Ecological Sustainable</i>	ES1	0.749	0.547	0.894	0.861
	ES2	0.810			
	ES3	0.752			
	ES4	0.817			
	ES5	0.766			
	ES6	0.747			
	ES7	0.952			
<i>Institutional Sustainable</i>	IS1	0.900	0.524	0.897	0.869
	IS2	0.904			
	IS2	0.701			
	IS3	0.783			
	IS4	0.795			
	IS5	0.863			
	IS6	0.902			
	IS7	0.759			
<i>Socioeconomic Sustainable</i>	SS1	0.924	0.579	0.892	0.853
	SS2	0.935			
	SS3	0.788			
	SS4	0.746			
	SS5	0.885			
<i>Community Sustainable</i>	CS1	0.836	0.720	0.922	0.906
	CS2	0.707			
	CS3	0.874			

Kedua, untuk menguji reliabilitas internal konstruksi model, dilakukan uji *Composite Reliability* (CR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CR untuk semua variabel berada di atas nilai yang direkomendasikan yaitu $>0,70$ (Hair Jr. et al. 2017). Pengujian reliabilitas juga didukung dengan hasil pengujian *Cronbach Alpha* dengan nilai rekomendasi yang sama yaitu $>0,70$ (Sarstedt et al. 2022). Pada tabel 3 ditemukan nilai CA seluruh variabel telah melebihi nilai rekomendasi.

Dalam studi pemodelan SEM-PLS, diperlukan pengujian validitas diskriminan dalam rangka melihat sejauh mana item membedakan antara konstruksi variabel (Hair Jr. et al. 2017). Uji validitas diskriminan menggunakan kriteria *Fornell-Larcker*, hasilnya pada tabel 4 menunjukkan bahwa akar kuadrat dari ekstraksi varians rata-rata lebih besar daripada korelasi antar konstruksi. Sehingga dapat disimpulkan baik validitas dan reliabilitas penelitian telah tercapai.

Tabel 4. Hasil Pengujian Validitas Diskriminan

	CEP	CS	ES	GEIIS	GEHRM	GIT	GRnD	IS	SS
CEP	0,972								
CS	0,849	0,944							
ES	0,972	0,837	0,988						
GEIIS	0,876	0,848	0,842	0,983					
GEHRM	0,885	0,897	0,828	0,973	0,968				
GIT	0,871	0,882	0,740	0,881	0,856	0,734			
GRnD	0,909	0,755	0,794	0,803	0,870	0,816	0,799		
IS	0,899	0,920	0,857	0,749	0,733	0,898	0,833	0,724	
SS	0,957	0,827	0,989	0,827	0,813	0,978	0,777	0,825	0,761

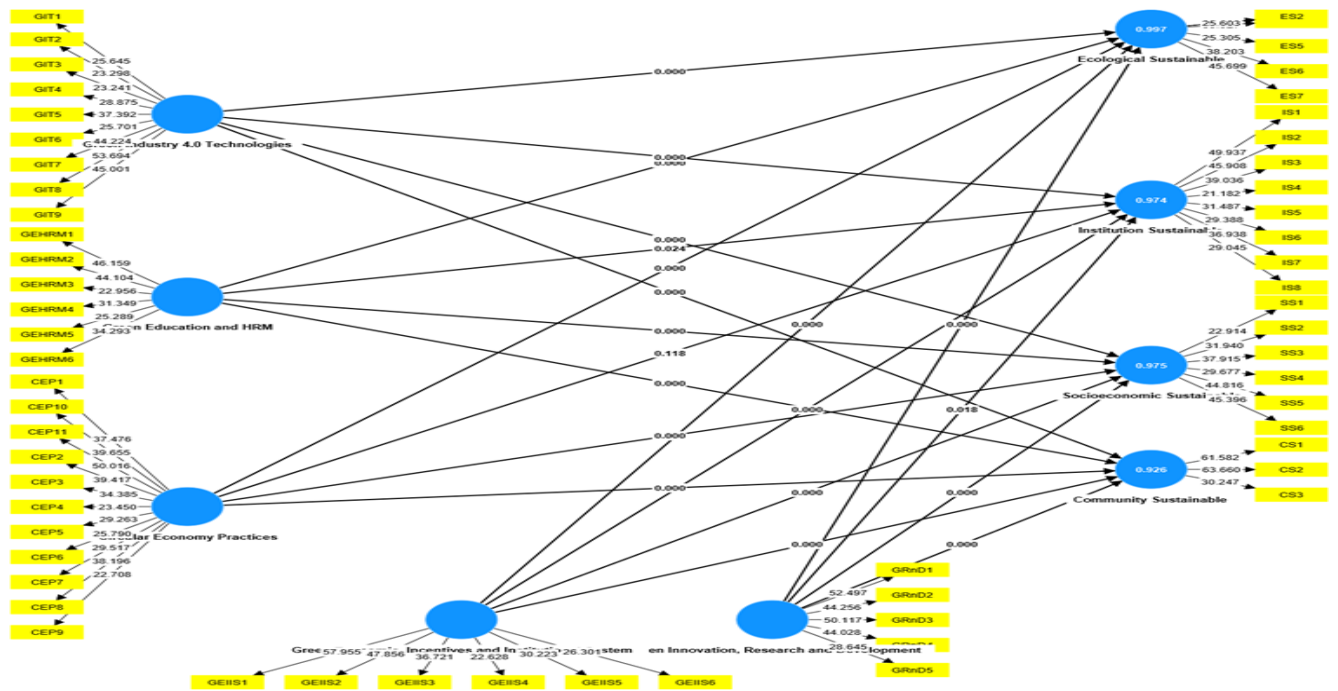
Uji Kekuatan Model dan Hipotesis

Tahap selanjutnya dalam studi pemodelan SEM PLS adalah pengujian kekuatan model melalui uji koefisien determinasi atau R-Square dan uji hubungan jalur hipotesis (*Path Coefficient*). Proses pengujian ini dilakukan dengan prosedur bootstrapping dengan uji subsampel sebanyak 5000 (Becker et al. 2023). Gambar 2 merupakan output proses pengujian *bootstrapping* yang berisi nilai P-Value setiap jalur.

Nilai koefisien determinasi adalah variabel eksogen yang dapat menjelaskan varians dalam persentase yang mewakili kekuatan prediksi model penelitian dan nilainya berkisar antara 0 dan 1. Semakin besar nilainya, semakin baik kekuatan penjelas model. Kock (2018) berpendapat bahwa nilai koefisien determinasi yang berkisar antara 0,02 dan 0,12 dapat dianggap lemah, nilai yang berkisar antara 0,13 dan 0,25 dapat dianggap sedang, dan nilai yang sama dengan atau lebih

besar dari 0,26 dapat dianggap substansial sebagai patokan (Kock 2018). Pada tabel 4 ditemukan nilai koefisien determinasi *ecological sustainable* sebesar 0,997, *institutional sustainable* sebesar 0,974, variabel dependen *socioeconomic sustainable* sebesar 0,975 dan *community sustainable* sebesar 0,926. Hal ini mengartikan keseluruhan variabel dependen diakumulasi pengaruh substansial oleh variabel independen penyertainya.

Selanjutnya pengujian hipotesis menggunakan hasil uji *Path Coefficient* dengan persyaratan diterimanya hipotesis apabila nilai path coefficient bermuatan positif, memiliki nilai T-Test >1.96 atau nilai P-Value <0.05 (Memon et al. 2021). Pada tabel 4 dapat disimpulkan bahwa hampir seluruh hipotesis yang diajukan diterima, kecuali pada H.3.B dengan pernyataan pengaruh *circular economic practices* tidak mempengaruhi *institutional sustainable*. Penjelasan interpretatif variabel dijelaskan lebih lanjut pada bagian diskusi.



Gambar 2. Hasil Pengujian Bootstrapping

Tabel 4. Hasil Pengujian Kekuatan Model dan Hipotesis

Hipotesis	Path Coefficient	T-Test	P-Value	Decision	R-Square
H.1.A: Green Industry 4.0 Technologies → Ecological Sustainable	0.446	26,139	0.000	Diterima	0.997
H.1.B: Green Industry 4.0 Technologies → Institutional Sustainable	0.200	3,623	0.000	Diterima	0.974
H.1.C: Green Industry 4.0 Technologies → Socioeconomic Sustainable	0.637	11,573	0.000	Diterima	0.975
H.1.D: Green Industry 4.0 Technologies → Community Sustainable	1.053	10,398	0.000	Diterima	0.926
H.2.A: Green Education and HRM → Ecological Sustainable	0.361	10,576	0.000	Diterima	0.997
H.2.B: Green Education and HRM → Institutional Sustainable	0.148	2,258	0.024	Diterima	0.974
H.2.C: Green Education and HRM → Socioeconomic Sustainable	0.400	8.706	0.000	Diterima	0.975
H.2.D: Green Eeducation and HRM → Community Sustainable	0.501	4.984	0.000	Diterima	0.926
H.3.A: Circular Economy Practices → Ecological Sustainable	1.008	46.656	0.000	Diterima	0.997
H.3.B: Circular Economy Practices → Institutional Sustainable	0.107	1.563	0.118	Ditolak	0.974
H.3.C: Circular Economy Practices → Socioeconomic Sustainable	0.796	11.592	0.000	Diterima	0.975
H.3.D: Circular Economy Practices → Community Sustainable	1.162	8.075	0.000	Diterima	0.926
H.4.A: Green Economic Incentives and Institutional System → Ecological Sustainable	0.382	14.481	0.000	Diterima	0.997

H.4.B: <i>Green Economic Incentives and Institutional System → Institutional Sustainable</i>	0.681	14.618	0.000	Diterima	0.974
H.4.C: <i>Green Economic Incentives and Institutional System → Socioeconomic Sustainable</i>	0.443	11.018	0.000	Diterima	0.975
H.4.D: <i>Green Economic Incentives and Institutional System → Community Sustainable</i>	1.224	15.351	0.000	Diterima	0.926
H.5.A: <i>Green Innovation, Research and Development → Ecological Sustainable</i>	0.453	21.261	0.000	Diterima	0.997
H.5.B: <i>Green Innovation, Research and Development → Institutional Sustainable</i>	0.080	2.360	0.018	Diterima	0.974
H.5.C: <i>Green Innovation, Research and Development → Socioeconomic Sustainable</i>	0.397	11.101	0.000	Diterima	0.975
H.5.D: <i>Green Innovation, Research and Development → Community Sustainable</i>	0.419	5.402	0.000	Diterima	0.926

Green Industry 4.0 Technologies : Rangka Infrastruktur Bisnis UKM Berkelanjutan

Tujuan Industri 4.0 adalah untuk mencapai tingkat efektivitas dan produktivitas operasional yang lebih tinggi, serta tingkat otomatisasi yang lebih tinggi. Integrasi teknologi dalam bisnis merupakan menjadi salah satu fokus akselerasi konsep industri 4.0 pada bisnis skala mikro maupun industri besar (Haseeb et al. 2019). Pada tabel 3 ditemukan bahwa green industry 4.0 technologies mempengaruhi keberlanjutan ekologis, institutional, sosioekonomi dan komunitas. Hal ini mengartikan Elemen Industri 4.0 seperti big data, Internet of Things dan smart factory memiliki peran positif dalam mendorong keberlanjutan bisnis UKM dalam SDGs sekaligus mempertahankan keunggulan kompetitif dengan menjadi ramah lingkungan.

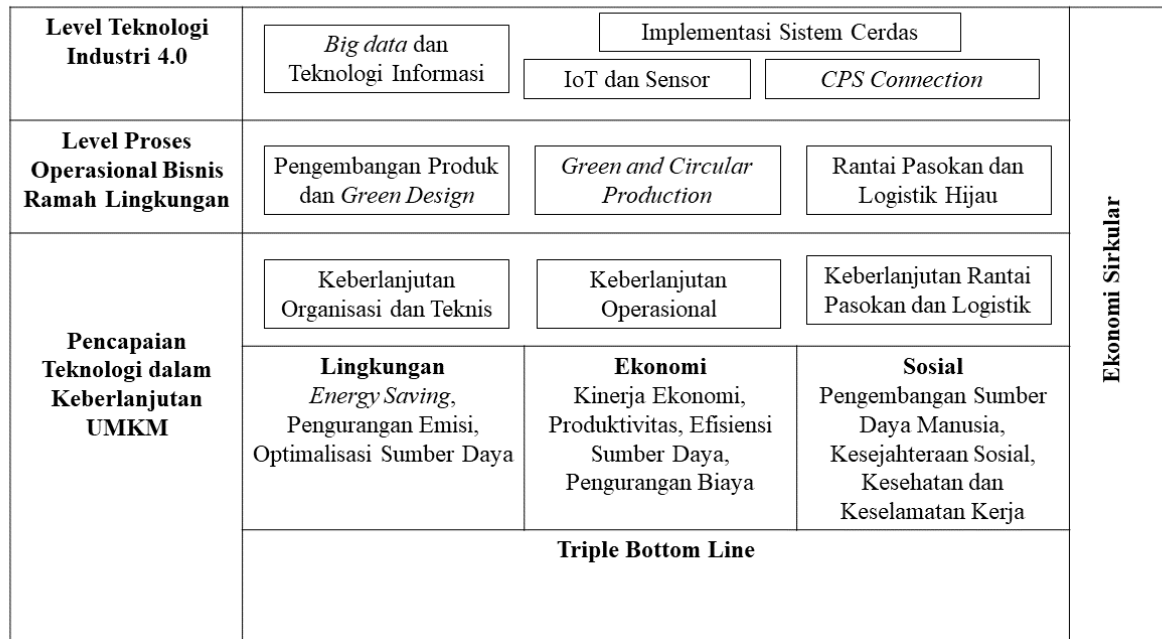
Penggunaan teknologi industri 4.0 dalam operasional UKM yang terus berkembang dapat mengurangi jejak ekologi mereka, melestarikan sumber daya, dan mengurangi polusi sesuai pilar pembangunan lingkungan SDGs. Secara kelembagaan bisnis, adopsi teknologi berkelanjutan dapat mengarah pada peningkatan kepatuhan terhadap peraturan, hubungan yang lebih baik dengan badan pengawas, dan landasan yang lebih kuat untuk masa depan UKM Indonesia. Bongomin dkk (2020) dalam reviewnya menyebutkan peran manusia dalam mengoperasikan teknologi yang efisien dan berkelanjutan (Bongomin et al. 2020). UKM

yang memiliki kapabilitas penggunaan teknologi dapat meningkatkan produktivitasnya, mengurangi biaya, dan berpotensi berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi dan penciptaan lapangan kerja bagi masyarakat lokal. Pergerakan bisnis UKM akan semakin menguat secara berkelanjutan, berimplikasi kesejahteraan masyarakat menyebar dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang stabil. Hal ini sangat sejalan dengan visi pilar pembangunan ekonomi SDGs dan gerakan ekonomi hijau yang digagas oleh Presiden RI. Dalam bisnis UKM perlu memperhatikan dampak positif yang dapat diberikan bisnis terhadap komunitas lokal tempat mereka beroperasi. Keberadaan teknologi industri 4.0 saat ini dapat memperkuat kontribusi UKM menciptakan lingkungan bisnis yang lebih sehat, peningkatan kualitas hidup anggota masyarakat, dan menumbuhkan rasa tanggung jawab bersama untuk keberlanjutan.

Green industry 4.0 technologies merupakan titik fundamental dalam green knowledge untuk mencapai kapabilitas pengetahuan bertingkat lainnya. Dari kajian hipotesis klaster green industry 4.0 technologies membentuk kerangka konseptual SGI 4.0 (*Sustainability Green Industry 4.0*) UKM, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Kerangka tersebut menangkap hubungan Industri 4.0, proses ramah lingkungan dan keberlanjutan UKM. Kerangka ini disusun dalam tiga tingkatan vertikal: teknologi, proses dan

pengembangan, terintegrasi melalui ekonomi hijau. Sumbu horizontal terdiri dari tiga proses utama (desain, manufaktur, rantai pasokan, dan logistik), terintegrasi melalui siklus hidup dan rantai nilai. Implementasinya dipastikan pada tingkat yang lebih tinggi oleh teknologi Industri 4.0 dan teknologi hijau. Tingkat

pengembangan mengikuti mereka dalam hal sub-tujuan keberlanjutan (keberlanjutan organisasi dan teknis, manufaktur berkelanjutan, rantai pasokan dan logistik berkelanjutan) dan hasil utama keberlanjutan (lingkungan, ekonomi dan sosial) melalui triple bottom line.



Gambar 3. Konsep SGI 4.0 (*Sustainability Green Industry 4.0*) UKM

Peran Pendidikan dan Konsep Green Human Resources Dalam Pengembangan Kompetensi Bisnis Ramah Lingkungan

Hasil analisis *Path Coefficient* pada tabel 4 menunjukkan *green education and HRM* mempengaruhi keberlanjutan ekologis, institusional, sosioekonomi dan komunitas yang dicapai oleh UKM. Di dunia yang berkembang pesat saat ini, kebutuhan mendesak akan praktik berkelanjutan menjadi tak terbantahkan. Seiring meningkatnya kekhawatiran tentang perubahan iklim, penipisan sumber daya, dan degradasi lingkungan, peran bisnis, khususnya Usaha Kecil, dan Menengah (UKM), dalam mengadopsi praktik ramah lingkungan menjadi semakin menonjol. Namun, transisi menuju operasi yang berkelanjutan tidak hanya membutuhkan perubahan dalam praktik bisnis, tetapi juga perubahan besar dalam cara karyawan dilatih dan bisnis dikelola. Di sinilah

peran penting pendidikan hijau dan konsep sumber daya manusia hijau berperan.

Green Education berdiri sebagai landasan untuk transformasi UKM menjadi entitas sadar lingkungan dan kompeten. Konsep ini melibatkan pemberian pengetahuan dan keterampilan yang memberdayakan individu dengan pemahaman komprehensif tentang tantangan dan solusi lingkungan (Lee and van der Heijden 2019b). Melalui *green education*, pemilik bisnis, manajer, dan karyawan diperlengkapi untuk mengenali dampak ekologis dari operasi mereka dan mengintegrasikan praktik berkelanjutan ke dalam rutinitas harian mereka. Hal ini juga terkait dengan pembekalan karyawan dan pemilik UKM dengan pemahaman tentang peraturan, kebijakan, dan standar industri dan pentingnya kepatuhan. *Green Education* memberdayakan mereka untuk membuat keputusan berdasarkan informasi yang sejalan dengan peraturan lingkungan dan standar etika.

Karyawan yang menerima pendidikan hijau lebih siap untuk mengembangkan produk dan layanan yang inovatif dan berkelanjutan, meningkatkan daya saing perusahaan. *Green Education* mendorong karyawan untuk mempertimbangkan dampak komunitas yang lebih luas dari tindakan mereka. Ini menanamkan rasa tanggung jawab untuk meminimalkan efek negatif pada lingkungan lokal dan memberikan kontribusi positif bagi kesejahteraan masyarakat.

Konsep *Green HRM* melampaui sistem manajemen SDM tradisional (Rawashdeh 2018). Hal ini melibatkan perekrutan, pelatihan, dan mempertahankan individu yang tidak hanya memiliki keterampilan yang diperlukan untuk pekerjaan itu, tetapi juga komitmen yang tulus terhadap keberlanjutan. Manajemen sumber daya manusia hijau mengintegrasikan nilai-nilai lingkungan ke dalam budaya organisasi, memastikan bahwa setiap anggota tenaga kerja berkontribusi pada tujuan ramah lingkungan perusahaan. *Green HRM* fokus pada tiga dimensi utama: kesadaran, pelatihan, dan keterlibatan. Pertama, mendorong bisnis untuk mencari individu yang sadar lingkungan dan selaras dengan tujuan hijau perusahaan. Kedua, menawarkan program pelatihan khusus yang membekali karyawan dengan pengetahuan dan keterampilan untuk menerapkan praktik berkelanjutan dalam peran mereka masing-masing. Akhirnya, mendorong keterlibatan dengan melibatkan karyawan dalam inisiatif keberlanjutan, menjadikan UKM dapat aktif dalam perjalanan menuju tanggung jawab lingkungan. *Green HRM* juga dapat membantu membangun budaya kepatuhan terhadap peraturan lingkungan hidup dengan merekrut individu yang menghargai kepatuhan lingkungan. Ini memastikan bahwa bisnis beroperasi dalam batas-batas hukum dan berkontribusi pada keberlanjutan kelembagaan industri. Efek gabungan dari karyawan yang terinformasi dan tenaga kerja yang digerakkan oleh nilai meningkatkan reputasi dan posisi bisnis dalam industri. *Green HRM* berupaya memastikan keterampilan karyawan dalam pengelolaan bisnis ramah lingkungan. *Green HRM* UKM berupaya mempromosikan keterlibatan masyarakat lokal dan mendukung inisiatif yang bermanfaat bagi penduduk

setempat. Ketika UKM beroperasi dengan cara yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan berpartisipasi aktif dalam inisiatif masyarakat, mereka membangun kepercayaan dan niat baik, meningkatkan lisensi sosial mereka untuk beroperasi dan memastikan keberlanjutan masyarakat.

Sinergi antara *Green Education-HRM* dalam UKM adalah letak kekuatan transformatif sejati. Ketika bisnis memprioritaskan kedua aspek tersebut, mereka menciptakan siklus perbaikan berkelanjutan yang baik. Karyawan yang telah menjalani pendidikan hijau lebih cenderung memperjuangkan praktik berkelanjutan dan menyumbangkan ide-ide inovatif. Praktik sumber daya manusia hijau, di sisi lain, memastikan bahwa cita-cita ini terintegrasi ke dalam tatanan organisasi, menumbuhkan budaya tanggung jawab bersama. Pengembangan kompetensi ramah lingkungan di kalangan UKM bukan lagi pilihan melainkan kebutuhan. Perpaduan *Green Education-HRM* menawarkan pendekatan komprehensif yang tidak hanya melengkapi bisnis dengan perangkat untuk keberlanjutan, tetapi juga menumbuhkan pola pikir yang mencakup kesejahteraan ekologis. Dengan memanfaatkan sinergi ini, UKM dapat memposisikan diri sebagai penggerak perubahan positif, memastikan koeksistensi yang harmonis antara pertumbuhan bisnis dan pelestarian lingkungan untuk generasi sekarang dan mendatang.

Praktik Ekonomi Sirkular : Inti Bisnis Berkelanjutan Era Society 5.0

Hasil analisis *Path Coefficient* pada tabel 4 menemukan terdapat pengaruh praktik ekonomi sirkular terhadap keberlanjutan ekologis, sosioekonomi dan komunitas yang dicapai oleh UKM. Praktik ekonomi sirkular mengutamakan efisiensi sumber daya, pengurangan limbah, dan minimalisasi dampak lingkungan. Dengan mengadopsi strategi seperti mendaur ulang, menggunakan kembali, dan memproduksi ulang, UKM dapat mengurangi ketergantungan mereka pada sumber daya alam dan mengurangi produksi limbah. Praktik ini secara langsung berkontribusi pada keberlanjutan ekologis dengan menurunkan emisi karbon,

melestarikan sumber daya alam, dan mencegah polusi. Praktik ekonomi sirkuler sejalan dengan pelestarian ekosistem dan dapat membantu mengurangi dampak negatif dari penipisan sumber daya dan perubahan iklim. Namun dalam studi ini terjadi penolakan pengaruh praktik ekonomi sirkular terhadap keberlanjutan kelembagaan oleh UKM. Kondisi ini bisa terjadi karena beberapa hal mulai dari rendahnya akses pendanaan kemitraan dan ketahanan terhadap perubahan aturan. Sehingga pemerintah harus turun tangan dalam menangani kondisi ini agar konsep ekonomi sirkular pada lingkungan bisnis UKM berjalan maksimal.

Praktik ekonomi sirkular menawarkan manfaat ekonomi dengan mempromosikan penghematan biaya melalui pengurangan konsumsi sumber daya dan pengelolaan limbah. UKM dapat mengembangkan model bisnis yang inovatif, seperti platform berbagi produk atau layanan, yang menghasilkan aliran pendapatan baru sambil meminimalkan dampak lingkungan. Ketahanan ekonomi ini mendukung kelangsungan bisnis jangka panjang. Selain itu, praktik srkular dapat meningkatkan reputasi UKM, menarik konsumen dan investor yang sadar lingkungan. Manfaat sosial ekonomi dari praktik sirkular melampaui bisnis individu untuk berdampak positif pada ekonomi lokal dan rantai pasokan. Dalam sisi keberlanjutan komunitas, praktik ekonomi sirkular berupaya mengurangi jejak ekologi yang terkait dengan transportasi dan mendorong keterlibatan masyarakat. UKM yang mengintegrasikan prinsip sirkuler seringkali berkolaborasi dengan pemangku kepentingan lokal, berkontribusi pada kesejahteraan masyarakat. UKM dapat menciptakan peluang untuk pengembangan keterampilan dan penciptaan lapangan kerja di berbagai bidang seperti daur ulang, perbaikan, dan pemugaran, sehingga meningkatkan keberlanjutan sosial ekonomi masyarakat.

Dukungan Pemerintah Dalam Pengembangan UKM Berkelanjutan

Hasil pengujian hipotesis pada tabel 4 menemukan terdapat pengaruh yang signifikan dari Insentif Ekonomi Hijau dan Sistem Kelembagaan terhadap keberlanjutan ekologi,

kelembagaan, sosial ekonomi, dan masyarakat yang dicapai oleh Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UKM). Insentif *Green Economy* dari pemerintah, seperti keringanan pajak, subsidi, dan hibah untuk praktik ramah lingkungan, dapat memotivasi UKM untuk mengadopsi teknologi dan proses yang berkelanjutan (Ullah et al. 2021). Insentif ini mengurangi hambatan keuangan untuk menerapkan langkah-langkah ramah lingkungan, membuatnya lebih layak secara ekonomi bagi bisnis untuk berinvestasi dalam solusi hemat sumber daya. Saat UKM mengadopsi praktik-praktik ini, mereka berkontribusi pada keberlanjutan ekologis dengan mengurangi konsumsi sumber daya, produksi limbah, dan pencemaran lingkungan. Kombinasi manfaat ekonomi dan kinerja lingkungan yang lebih baik menciptakan situasi yang saling menguntungkan, menyelaraskan kesuksesan ekonomi dengan tanggung jawab ekologis. Sistem Kelembagaan, termasuk peraturan, kebijakan, dan struktur tata kelola, memainkan peran penting dalam membentuk perilaku bisnis. Ketika Sistem Kelembagaan mendukung dan menegakkan standar lingkungan, hal itu menciptakan lapangan permainan yang setara bagi UKM untuk mengadopsi praktik-praktik berkelanjutan. Insentif yang diberikan oleh pemerintah atau badan pengawas dapat lebih mendorong bisnis untuk mematuhi peraturan hijau. Keselarasan antara insentif ekonomi dan Sistem Kelembagaan meningkatkan keberlanjutan kelembagaan dengan mempromosikan budaya kepatuhan dan perilaku bisnis yang bertanggung jawab.

Insentif *Green Economy* dapat menghemat biaya bagi UKM, mendorong stabilitas dan pertumbuhan keuangan. Dengan menerapkan praktik berkelanjutan, bisnis dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya pembuangan limbah, dan berpotensi mengakses pasar dan segmen pelanggan baru. Manfaat sosial ekonomi yang dihasilkan, seperti peningkatan pendapatan dan peningkatan daya saing, berkontribusi pada keberlanjutan bisnis dalam jangka panjang. Selain itu, ketika UKM terlibat dalam praktik berkelanjutan, mereka berkontribusi pada pembangunan sosial ekonomi yang lebih

luas dengan menciptakan lapangan kerja dan mendorong inovasi. Insentif *Green Economy* dari pemerintah dan Sistem Kelembagaan yang mendukung dapat mendorong UKM untuk terlibat dalam inisiatif berbasis masyarakat. Misalnya, bisnis dapat berkolaborasi dengan organisasi lokal untuk mengimplementasikan proyek lingkungan atau mendukung program pengembangan masyarakat. Dengan menyelaraskan insentif ekonomi dengan keterlibatan masyarakat, UKM dapat berkontribusi pada keberlanjutan masyarakat dengan memenuhi kebutuhan lokal dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat tempat mereka beroperasi.

Kolaborasi Ilmuwan Multidisiplin dan Sektor UKM dalam Inovasi Bisnis Berkelanjutan

Terakhir, studi ini menerima hipotesis pengaruh *Green Innovation, Research and Development (R&D)* terhadap keberlanjutan ekologi, kelembagaan, sosial ekonomi, dan masyarakat yang dicapai oleh Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UKM). Hal ini menunjukkan perlunya pengakuan potensi transformatif dari upaya kolaboratif antara ilmuwan multidisiplin dan UKM dalam mendorong inovasi bisnis yang berkelanjutan. Kolaborasi antara ilmuwan multidisiplin dan sektor UKM merupakan katalis untuk inovasi bisnis yang berkelanjutan. Para ilmuwan membawa pengetahuan khusus dari bidang-bidang seperti teknik, ilmu lingkungan, ilmu sosial, dan banyak lagi. Jika dipadukan dengan wawasan praktis UKM, kolaborasi ini menghasilkan inovasi yang kuat secara teknis dan layak secara komersial. Kemitraan ini mendorong pemupukan silang gagasan, yang mengarah pada terobosan yang mengatasi tantangan keberlanjutan yang kompleks secara komprehensif.

Selain itu, kolaborasi tersebut meningkatkan transfer pengetahuan dan pengembangan keterampilan. Ilmuwan dan peneliti memberikan pelatihan dan bimbingan kepada UKM, membina lingkungan belajar yang mendorong peningkatan berkelanjutan dan kemampuan beradaptasi. Sektor UKM mendapat manfaat dari keahlian para ilmuwan, sementara para ilmuwan mendapatkan wawasan tentang aplikasi dan tantangan dunia nyata, memperkaya upaya penelitian mereka.

Pada akhirnya, kolaborasi antara ilmuwan multidisiplin dan sektor UKM dalam inovasi bisnis berkelanjutan sejalan dengan tujuan mencapai keberlanjutan holistik. Inovasi yang dihasilkan berkontribusi pada pelestarian ekologi, sejalan dengan harapan kelembagaan, menciptakan nilai sosial ekonomi, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Sinergi kolaboratif ini memposisikan UKM sebagai agen perubahan positif, yang mampu memelopori solusi yang menjembatani kesenjangan antara inovasi dan keberlanjutan di dunia yang berubah dengan cepat.

KESIMPULAN

Studi ini menyimpulkan bahwa teknologi dan konsep Green Industry 4.0, Green Human Resources, Praktik Ekonomi Sirkular, dan dukungan pemerintah berperan penting dalam mengembangkan UKM berkelanjutan. Teknologi Industri 4.0, yang fokus pada efisiensi dan pengurangan jejak ekologis, membantu UKM meningkatkan produktivitas sambil menjaga lingkungan. Green Education dan Green HRM juga penting untuk mengembangkan kompetensi bisnis yang berkelanjutan dengan memberikan pengetahuan dan keterampilan kepada pemilik bisnis dan karyawan, sehingga UKM dapat menerapkan praktik berkelanjutan dan meningkatkan daya saing. Praktik Ekonomi Sirkular diakui sebagai elemen inti bisnis berkelanjutan, meski tidak mempengaruhi kinerja institusional UKM. Dukungan pemerintah melalui insentif ekonomi hijau dan sistem kelembagaan penting untuk memotivasi UKM mengadopsi praktik berkelanjutan dengan mengurangi hambatan keuangan. Kolaborasi antara ilmuwan multidisiplin dan sektor UKM dalam inovasi bisnis berkelanjutan sangat penting untuk menggabungkan pengetahuan teknis dengan wawasan praktis, menghasilkan inovasi yang mengatasi tantangan keberlanjutan secara holistik.

SARAN

Studi ini memandang penting bagi UKM dalam mengembangkan strategi bisnis

berfokus pada teknologi berkelanjutan, pendidikan hijau, ekonomi sirkular, insentif hijau, dan inovasi berkelanjutan. UKM dapat mengadopsi praktik berkelanjutan seperti teknologi Industri 4.0 untuk efisiensi operasional dan mengurangi dampak lingkungan. Pemerintah berperan sebagai fasilitator, regulator, dan katalisator melalui insentif seperti keringanan pajak, subsidi, dan hibah untuk mendorong investasi dalam teknologi hijau dan inovasi berkelanjutan. Kebijakan dan regulasi yang kuat diperlukan untuk mendukung praktik ini, termasuk standar lingkungan dan sertifikasi. Program pelatihan dan Green Education perlu dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan berkelanjutan di kalangan UKM.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdouli, Mohamed, and Sami Hammami. 2018. "The Dynamic Links Between Environmental Quality, Foreign Direct Investment, and Economic Growth in the Middle Eastern and North African Countries (MENA Region)." *Journal of the Knowledge Economy* 9 (3): 833–53. doi:10.1007/s13132-016-0369-5.
- Al-Ghazali, Basheer M., and Bilal Afsar. 2020. "Green Human Resource Management and Employees' Green Creativity: The Roles of Green Behavioral Intention and Individual Green Values." *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, no. February: 1–18. doi:10.1002/csr.1987.
- Anggraeni, V, A F Achsanta, and N H Purnomowati. 2023. "Measuring Opportunities: Transforming Indonesia's Economy through Utilizing Natural Resources for Sustainable Development through Green Economy Indicators." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1180 (1): 012011. doi:10.1088/1755-1315/1180/1/012011.
- Becker, Jan-Michael, Jun-Hwa Cheah, Rasoul Gholamzade, Christian M. Ringle, and Marko Sarstedt. 2023. "PLS-SEM's Most Wanted Guidance." *International Journal of Contemporary Hospitality Management* 35 (1): 321–46. doi:10.1108/IJCHM-04-2022-0474.
- Bongomin, Ocident, Eric Oyondi Nganyi, Mfanga Ramadhani Abswaidi, Emmanuel Hitiyise, and Godias Tumusiime. 2020. "Sustainable and Dynamic Competitiveness towards Technological Leadership of Industry 4.0: Implications for East African Community." *Journal of Engineering* 2020 (June): 1–22. doi:10.1155/2020/8545281.
- Brendzel-Skowera, Katarzyna. 2021. "Circular Economy Business Models in the SME Sector." *Sustainability* 13 (13): 7059. doi:10.3390/su13137059.
- Campbell, Steve, Melanie Greenwood, Sarah Prior, Toniele Shearer, Kerrie Walkem, Sarah Young, Danielle Bywaters, and Kim Walker. 2020. "Purposive Sampling: Complex or Simple? Research Case Examples." *Journal of Research in Nursing* 25 (8): 652–61. doi:10.1177/1744987120927206.
- Ciocioiu, Carmen Nadia. 2011. "Integrating Digital Economy and Green Economy: Opportunities for Sustainable Development." *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management* 6 (1). JSTOR: 33–43.
- Ebrahimi, Pejman, and Seyed Mozaffar Mirbargkar. 2017. "Green Entrepreneurship and Green Innovation for SME Development in Market Turbulence." *Eurasian Business Review* 7 (2): 203–28. doi:10.1007/s40821-017-0073-9.
- Famiola, Melia, and Amia Wulansari. 2019. "SMEs' Social and Environmental Initiatives in Indonesia: An Institutional and Resource-Based Analysis." *Social*

- Responsibility Journal* 16 (1): 15–27. doi:10.1108/SRJ-05-2017-0095.
- Garrido-Prada, Pablo, Helena Lenihan, Justin Doran, Christian Rammer, and Mauricio Perez-Alaniz. 2021. “Driving the Circular Economy through Public Environmental and Energy R&D: Evidence from SMEs in the European Union.” *Ecological Economics* 182 (April): 106884. doi:10.1016/j.ecolecon.2020.106884.
- Ginting, Ari Mulianta. 2023. “COVID-19 Dan Dampaknya Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia.” *Kajian* 25 (4): 285–300.
- Hair Jr., Joe F., Lucy M. Matthews, Ryan L. Matthews, and Marko Sarstedt. 2017. “PLS-SEM or CB-SEM: Updated Guidelines on Which Method to Use.” *International Journal of Multivariate Data Analysis* 1 (2): 107. doi:10.1504/ijmda.2017.10008574.
- Haseeb, Muhammad, Hafezali Iqbal Hussain, Beata Ślusarczyk, and Kittisak Jemsittiparsert. 2019. “Industry 4.0: A Solution towards Technology Challenges of Sustainable Business Performance.” *Social Sciences* 8 (5): 154. doi:10.3390/socsci8050154.
- Hennemann, Jan Nicolai, Bernd Draser, and Katarina Repkova Stofkova. 2021. “The Green Business and Sustainable Development School—a Case Study for an Innovative Educational Concept to Prevent Big Ideas from Failure.” *Sustainability (Switzerland)* 13 (4): 1–15. doi:10.3390/su13041943.
- Hung, Hsing-Chun, and Yuh-Wen Chen. 2023. “Striving to Achieve United Nations Sustainable Development Goals of Taiwanese SMEs by Adopting Industry 4.0.” *Sustainability* 15 (3): 2111. doi:10.3390/su15032111.
- Jiuhardi, Jiuhardi, Dio Caesar Darma, and Ariesta Heksarini. 2021. “The Political-Economy Management: Indonesia’S Needs for the Covid-19 Pandemic.” *Problems of Management in the 21st Century* 16 (1): 19–27. doi:10.33225/pmc/21.16.19.
- Kock, Ned. 2018. “Should Bootstrapping Be Used in Pls-Sem? Toward Stable p-Value Calculation Methods.” *Journal of Applied Structural Equation Modeling* 2 (1): 1–12. doi:10.47263/JASEM.2(1)02.
- Lee, Taedong, and Jeroen van der Heijden. 2019a. “Does the Knowledge Economy Advance the Green Economy? An Evaluation of Green Jobs in the 100 Largest Metropolitan Regions in the United States.” *Energy & Environment* 30 (1): 141–55. doi:10.1177/0958305X18787300.
- . 2019b. “Does the Knowledge Economy Advance the Green Economy? An Evaluation of Green Jobs in the 100 Largest Metropolitan Regions in the United States.” *Energy & Environment* 30 (1): 141–55. doi:10.1177/0958305X18787300.
- Luthra, Sunil, Anil Kumar, Manu Sharma, Jose Arturo Garza-Reyes, and Vikas Kumar. 2022. “An Analysis of Operational Behavioural Factors and Circular Economy Practices in SMEs: An Emerging Economy Perspective.” *Journal of Business Research* 141 (December 2020). Elsevier Inc.: 321–36. doi:10.1016/j.jbusres.2021.12.014.
- Memon, Mumtaz Ali, Ramayah T., Jun-Hwa Cheah, Hiram Ting, Francis Chuah, and Tat Huei Cham. 2021. “PLS-SEM Statistical Programs: A Review.” *Journal of Applied Structural Equation Modeling* 5 (1): i–xiv. doi:10.47263/jasem.5(1)06.
- Newton, Adrian C. 2011. “The Green Economy and the Knowledge Economy: Exploring the Interface.” *International*

- Journal of Green Economics* 5 (3): 231. doi:10.1504/IJGE.2011.044235.
- Odiyo, John Ogony, Agnes Musyoki, and Rachel Makungo. 2022. "Skills and Knowledge Transfer for Transitioning into the Green Economy." In *Green Economy in the Transport Sector*, 65–77. Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-86178-0_6.
- Pereira, Vijay, M.K. Nandakumar, Sreevas Sahasranamam, Umesh Bamel, Ashish Malik, and Yama Temouri. 2022. "An Exploratory Study into Emerging Market SMEs' Involvement in the Circular Economy: Evidence from India's Indigenous Ayurveda Industry." *Journal of Business Research* 142 (March): 188–99. doi:10.1016/j.jbusres.2021.12.053.
- Rawashdeh, Adnan M. 2018. "The Impact of Green Human Resource Management on Organizational Environmental Performance in Jordanian Health Service Organizations." *Management Science Letters*, 1049–58. doi:10.5267/j.msl.2018.7.006.
- Rigdon, Edward E., Marko Sarstedt, and Christian M. Ringle. 2017. "On Comparing Results from CB-SEM and PLS-SEM: Five Perspectives and Five Recommendations." *Marketing ZFP* 39 (3): 4–16. doi:10.15358/0344-1369-2017-3-4.
- Rodrigues, Margarida, Mário Franco, Nuno Sousa, and Rui Silva. 2021. "Covid 19 and the Business Management Crisis: An Empirical Study in Smes." *Sustainability (Switzerland)* 13 (11). doi:10.3390/su13115912.
- Rosário Cabrita, Maria do, Virgilio Cruz-Machado, Florinda Matos, and Hossein Safari. 2016. "Green Knowledge: Developing a Framework That Integrates Knowledge Management and Eco-Innovation." In *European Conference on Knowledge Management*, 127. Academic Conferences International Limited.
- Sarfraz, Muddassar, Larisa Ivascu, Muhammad Ibrahim Abdullah, Ilknur Ozturk, and Jasim Tariq. 2022. "Exploring a Pathway to Sustainable Performance in Manufacturing Firms: The Interplay between Innovation Capabilities, Green Process and Product Innovations and Digital Leadership." *Sustainability (Switzerland)* 14 (10). MDPI. doi:10.3390/su14105945.
- Sarstedt, Marko, Lăcrămioara Radomir, Ovidiu Ioan Moisesescu, and Christian M. Ringle. 2022. "Latent Class Analysis in PLS-SEM: A Review and Recommendations for Future Applications." *Journal of Business Research* 138 (January): 398–407. doi:10.1016/j.jbusres.2021.08.051.
- Šebestová, Jarmila, and Włodzimierz Sroka. 2020. "Sustainable Development Goals and SMEs Decisions: Czech Republic vs. Poland." *Journal of Eastern European and Central Asian Research (JEECAR)* 7 (1): 39–50. doi:10.15549/jeecar.v7i1.418.
- Smith, Hannah, Roberta Discetti, Marco Bellucci, and Diletta Acuti. 2022. "SMEs Engagement with the Sustainable Development Goals: A Power Perspective." *Journal of Business Research* 149 (October): 112–22. doi:10.1016/j.jbusres.2022.05.021.
- Sohal, Amrik, Alka Ashwini Nand, Preeti Goyal, and Ananya Bhattacharya. 2022. "Developing a Circular Economy: An Examination of SME's Role in India." *Journal of Business Research* 142 (March): 435–47. doi:10.1016/j.jbusres.2021.12.072.
- Sohal, Amrik, and Tharaka De Vass. 2022. "Australian SME's Experience in Transitioning to Circular Economy." *Journal of Business Research* 142

- (March): 594–604.
doi:10.1016/j.jbusres.2021.12.070.
- Song, Malin, Shuhong Wang, and Hongyan Zhang. 2020. “Could Environmental Regulation and R&D Tax Incentives Affect Green Product Innovation?” *Journal of Cleaner Production* 258 (June): 120849.
doi:10.1016/j.jclepro.2020.120849.
- Suhada, Deksa Imam, Dessy Rahmadani Rahmadani, Masnum Rambe, Maulana Abdul Fattah Fattah, Putri Fadillah Hasibuan, Salsabilla Siagian, and Sari Wulandari. 2022. “Efektivitas Para Pelaku Ekonomi Dalam Menunjang Pertumbuhan Ekonomi Indonesia.” *Jurnal Inovasi Penelitian* 2 (10): 3201–8.
- Sun, Yongbo, and Hui Sun. 2021. “Green Innovation Strategy and Ambidextrous Green Innovation: The Mediating Effects of Green Supply Chain Integration.” *Sustainability* 13 (9): 4876.
doi:10.3390/su13094876.
- Teelucksingh, Cheryl. 2019. “Diverse Environmentalism and Inclusivity in Toronto’s Green Economy.” *Environmental Sociology* 5 (1): 47–58.
doi:10.1080/23251042.2018.1507246.
- Ullah, Rizwan, Habib Ahmad, Fazal Ur Rehman, and Arshad Fawad. 2021. “Green Innovation and Sustainable Development Goals in SMEs: The Moderating Role of Government Incentives.” *Journal of Economic and Administrative Sciences*, September.
doi:10.1108/JEAS-07-2021-0122.
- Vihma, Markus, and Harri Moora. 2020. “Potential of Circular Design in Estonian SMEs and Their Capacity to Push It.” *Environmental and Climate Technologies* 24 (3): 94–103. doi:10.2478/rtuect-2020-0088.
- Wang, Xinxin, Zeshui Xu, Yong Qin, and Marinko Skare. 2022. “Innovation, the Knowledge Economy, and Green Growth: Is Knowledge-Intensive Growth Really Environmentally Friendly?” *Energy Economics* 115 (November): 106331.
doi:10.1016/j.eneco.2022.106331.
- Yin, Shi, and Yuanyuan Yu. 2022. “An Adoption-Implementation Framework of Digital Green Knowledge to Improve the Performance of Digital Green Innovation Practices for Industry 5.0.” *Journal of Cleaner Production* 363 (August): 132608.
doi:10.1016/j.jclepro.2022.132608.