

# Pengaruh Kebijakan Energi Bersih dan Subsidi Energi Terbarukan terhadap Adopsi Teknologi Hijau dan Keefisienan Energi di Jawa Tengah

Loso Judijanto<sup>1</sup>, Tirangga Ansori<sup>2</sup>, Dila Padila Nurhasanah<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IPOSS Jakarta, Indonesia dan [losojudijantobumn@gmail.com](mailto:losojudijantobumn@gmail.com)

<sup>2</sup> Universitas Teknologi Sumbawa dan [tirangga.ansori@uts.ac.id](mailto:tirangga.ansori@uts.ac.id)

<sup>3</sup> Universitas Nusa Putra dan [dila.padila\\_mn20@nusaputra.ac.id](mailto:dila.padila_mn20@nusaputra.ac.id)

---

## ABSTRAK

---

Studi ini menyelidiki pengaruh kebijakan energi bersih dan subsidi energi terbarukan terhadap adopsi teknologi hijau dan efisiensi energi di Jawa Tengah melalui analisis kuantitatif. Data dikumpulkan dari sampel rumah tangga dan bisnis yang beragam di daerah perkotaan dan pedesaan. Teknik pemodelan persamaan struktural (SEM) digunakan untuk menganalisis hubungan antara kesadaran akan kebijakan energi bersih, pemanfaatan subsidi energi terbarukan, adopsi teknologi hijau, dan efisiensi energi. Temuan menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara kesadaran akan kebijakan energi bersih dan adopsi teknologi hijau, serta antara pemanfaatan subsidi energi terbarukan dan adopsi teknologi hijau dan efisiensi energi. Selain itu, adopsi teknologi hijau secara positif mempengaruhi hasil efisiensi energi. Hasil ini menggarisbawahi pentingnya intervensi kebijakan dan insentif keuangan dalam mendorong transisi energi berkelanjutan di Jawa Tengah. Studi ini memberikan wawasan yang berharga bagi para pembuat kebijakan, praktisi, dan pemangku kepentingan yang ingin mempercepat adopsi teknologi hijau dan meningkatkan praktik efisiensi energi di wilayah tersebut.

**Kata Kunci:** Kebijakan Energi Bersih, Subsidi Energi Terbarukan, Adopsi Teknologi Hijau, Efisiensi Energi, Jawa Tengah

## ABSTRACT

---

This study investigates the effect of clean energy policies and renewable energy subsidies on green technology adoption and energy efficiency in Central Java through quantitative analysis. Data was collected from a diverse sample of households and businesses in urban and rural areas. Structural equation modeling (SEM) techniques were used to analyze the relationship between awareness of clean energy policies, utilization of renewable energy subsidies, green technology adoption, and energy efficiency. Findings indicate a significant positive relationship between clean energy policy awareness and green technology adoption, as well as between renewable energy subsidy utilization and green technology adoption and energy efficiency. In addition, green technology adoption positively affects energy efficiency outcomes. These results underscore the importance of policy interventions and financial incentives in promoting sustainable energy transition in Central Java. This study provides valuable insights for policymakers, practitioners and stakeholders looking to accelerate green technology adoption and improve energy efficiency practices in the region.

**Keywords:** Clean Energy Policy, Renewable Energy Subsidies, Green Technology Adoption, Energy Efficiency, Central Java

---

## PENDAHULUAN

Keharusan untuk beralih ke sumber energi terbarukan dan meningkatkan efisiensi energi sangat penting dalam mengatasi kekhawatiran global tentang perubahan iklim dan kelestarian lingkungan. Berbagai negara mengambil langkah menuju transisi energi melalui reformasi hukum, adopsi PV surya, elektrifikasi transportasi, dan proyek-proyek energi terbarukan (Pearce & Hunter,

2023). Komunitas Energi Terbarukan muncul sebagai model untuk mendukung pembangunan perkotaan yang berkelanjutan dan kesadaran konsumsi energi (Cavallaro et al., 2023). Industri minyak dan gas menghadapi tantangan dalam transisi menuju energi terbarukan, namun dapat menavigasi pergeseran ini melalui diversifikasi, kolaborasi, dan inovasi (Alagoz & Alghawi, 2023). Transisi ke sistem energi yang berkelanjutan secara ekologis melibatkan konversi pembangkit listrik ke energi terbarukan, elektrifikasi transportasi, dan peningkatan efisiensi energi, yang secara teknis dapat dilakukan dan terjangkau dengan kebijakan yang tepat (Diesendorf & Taylor, 2023). Investasi publik dalam penelitian dan pengembangan energi terbarukan telah terbukti dapat mengurangi dampak perubahan iklim, dan menekankan pentingnya meningkatkan inisiatif tersebut untuk masa depan yang berkelanjutan (He et al., 2023).

Keharusan untuk beralih ke sumber energi terbarukan dan meningkatkan efisiensi energi sangat penting dalam mengatasi kekhawatiran global tentang perubahan iklim dan kelestarian lingkungan. Berbagai negara mengambil langkah menuju transisi energi melalui reformasi hukum, adopsi PV surya, elektrifikasi transportasi, dan proyek-proyek energi terbarukan (Zakianis et al., 2023). Komunitas Energi Terbarukan muncul sebagai model untuk mendukung pembangunan perkotaan yang berkelanjutan dan kesadaran konsumsi energi (Farentina, 2022). Industri minyak dan gas menghadapi tantangan dalam transisi menuju energi terbarukan, namun dapat menavigasi pergeseran ini melalui diversifikasi, kolaborasi, dan inovasi (Zu'amah et al., 2022). Transisi ke sistem energi yang berkelanjutan secara ekologis melibatkan konversi pembangkit listrik ke energi terbarukan, elektrifikasi transportasi, dan peningkatan efisiensi energi, yang secara teknis dapat dilakukan dan terjangkau dengan kebijakan yang tepat (Lolo et al., 2023). Investasi publik dalam penelitian dan pengembangan energi terbarukan telah terbukti dapat mengurangi dampak perubahan iklim, dan menekankan pentingnya meningkatkan inisiatif tersebut untuk masa depan yang berkelanjutan (Muktiali, 2022).

Upaya Jawa Tengah untuk mempromosikan kebijakan energi bersih dan subsidi energi terbarukan selaras dengan tujuan Indonesia yang lebih luas untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan (Adrian et al., 2023; Sedera, 2023). Namun, efektivitas dari intervensi-intervensi tersebut membutuhkan pengujian empiris yang ketat untuk menilai dampaknya terhadap kelestarian lingkungan dan efisiensi energi (Zahari & McLellan, 2023). Studi menunjukkan bahwa untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> di Indonesia, pergeseran ke arah sumber energi terbarukan sangatlah penting, dengan peningkatan 1% energi terbarukan berpotensi menurunkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 1,40% (Raihan et al., 2023). Menerapkan pajak karbon dan berinvestasi pada energi terbarukan tidak hanya dapat mengurangi emisi, namun juga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan lapangan pekerjaan dalam jangka menengah dan panjang (Hartono et al., 2023). Oleh karena itu, mengevaluasi hasil dari kebijakan-kebijakan ini melalui analisis empiris sangat penting untuk memastikan efektivitasnya dalam mendorong transisi menuju lanskap energi yang lebih berkelanjutan di Jawa Tengah dan Indonesia secara keseluruhan.

Penelitian ini berusaha untuk membedah interaksi yang rumit antara kebijakan energi bersih, subsidi energi terbarukan, adopsi teknologi hijau, dan efisiensi energi dalam lanskap sosio-ekonomi yang unik di Jawa Tengah. Melalui analisis kuantitatif yang cermat, penelitian ini berupaya mengungkap mekanisme yang mendorong atau menghambat transisi menuju praktik-praktik energi berkelanjutan di wilayah tersebut.

## LANDASAN TEORI

### A. Kebijakan Energi Bersih dan Adopsi Teknologi Hijau

Kebijakan energi bersih memainkan peran penting dalam mendorong adopsi teknologi hijau secara global, dengan berbagai instrumen peraturan dan insentif yang bertujuan untuk mempromosikan sumber energi terbarukan dan meningkatkan efisiensi energi (Engel-Cox et al., 2022; Juarez-Rojas et al., 2023; M. Song et al., 2023). Berbagai studi menekankan efektivitas mekanisme kebijakan seperti feed-in tariff, standar portofolio energi terbarukan, dan penetapan harga karbon dalam menstimulasi investasi di bidang infrastruktur energi terbarukan dan mendorong kemajuan teknologi (Diaz et al., 2022). Sebagai contoh, implementasi feed-in tariff di Jerman mengkatalisasi pertumbuhan yang signifikan di sektor fotovoltaik surya, menjadikan negara tersebut sebagai pelopor dalam penyebaran energi terbarukan. Meskipun penelitian di Jawa Tengah mulai bermunculan, masih terdapat kesenjangan dalam memahami dinamika kebijakan energi bersih dan adopsi teknologi hijau di wilayah tersebut. Oleh karena itu, studi empiris lebih lanjut sangat penting untuk menjelaskan dampak intervensi kebijakan energi bersih terhadap penyerapan teknologi hijau di antara para pemangku kepentingan di Jawa Tengah.

### B. Subsidi dan Adopsi Energi Terbarukan

Subsidi energi terbarukan memainkan peran penting dalam memberikan insentif bagi adopsi teknologi ramah lingkungan dengan mengurangi biaya di muka dan meningkatkan daya saing, yang pada akhirnya mendorong investasi sektor swasta dan difusi teknologi (Hu et al., 2022; Ying et al., 2023). Desain subsidi yang efektif, yang disesuaikan dengan konteks sosio-ekonomi tertentu, dapat menghasilkan keuntungan yang signifikan dalam penyebaran energi terbarukan dan difusi teknologi, sementara subsidi yang tidak tepat sasaran dapat mengakibatkan inefisiensi dan konsekuensi yang tidak diinginkan seperti distorsi pasar atau beban fiskal (Wang et al., 2022). Di wilayah seperti Jawa Tengah dengan kesenjangan akses energi yang tinggi dan kerentanan lingkungan, dampak subsidi energi terbarukan sangat penting, namun bukti empiris mengenai efektivitas dan dampak distributifnya masih sangat minim (D. Song et al., 2022). Oleh karena itu, melakukan penilaian terperinci mengenai pengaruh subsidi ini terhadap adopsi teknologi hijau di wilayah tersebut sangat penting untuk menginformasikan intervensi kebijakan yang lebih tepat sasaran dan berdampak (Al-Refaie & Lepkova, 2022).

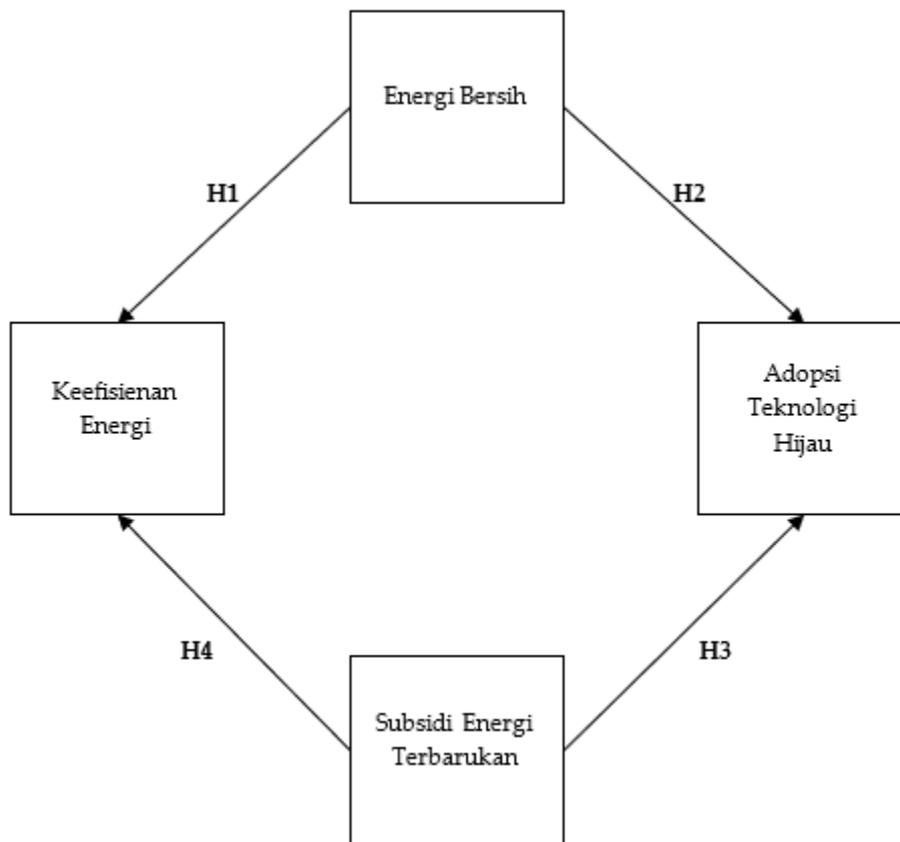
### C. Adopsi Teknologi Hijau dan Efisiensi Energi

Teknologi hijau memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi dampak lingkungan dengan mencakup beragam inovasi seperti pembangkit energi terbarukan, penyimpanan energi, peralatan hemat energi, dan infrastruktur jaringan listrik pintar (Majerník et al., 2023; Rautela et al., 2023). Adopsi teknologi hijau sangat penting untuk memisahkan pertumbuhan ekonomi dari degradasi lingkungan dan mengarahkannya ke arah pembangunan berkelanjutan (Byčenkaitė &

Burinskienė, 2023). Penelitian empiris mengenai hubungan antara adopsi teknologi hijau dan efisiensi energi menunjukkan adanya interaksi yang kompleks antara faktor teknologi, ekonomi, dan perilaku, dengan hasil yang beragam. Beberapa penelitian menunjukkan penghematan energi yang signifikan dan manfaat lingkungan yang terkait dengan adopsi teknologi hijau (Selvapandian et al., 2022), sedangkan penelitian lainnya menggarisbawahi tantangan seperti penguncian teknologi, efek rebound, dan hambatan adopsi (Devibar, 2023). Hal ini menggarisbawahi pentingnya penelitian lanjutan dan perencanaan strategis untuk memaksimalkan manfaat adopsi teknologi hijau sambil mengatasi tantangan terkait.

**D. Konseptual Penelitian**

Di Jawa Tengah, di mana urbanisasi dan industrialisasi yang cepat bersinggungan dengan kerapuhan ekologi, keharusan untuk meningkatkan efisiensi energi melalui adopsi teknologi hijau menjadi sangat penting. Dengan menjelaskan hubungan antara adopsi teknologi hijau dan efisiensi energi di wilayah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menginformasikan intervensi kebijakan berbasis bukti yang bertujuan untuk mengoptimalkan penggunaan energi, mengurangi emisi karbon, dan mendorong jalur pembangunan berkelanjutan. Gambar 1 menunjukkan kerangka dan pengembangan hipotesis penelitian ini.



Gambar 1. Pengembangan Hipotesis

## METODE PENELITIAN

### A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif untuk menyelidiki pengaruh kebijakan energi bersih dan subsidi energi terbarukan terhadap adopsi teknologi hijau dan efisiensi energi di Jawa Tengah. Populasi penelitian terdiri dari rumah tangga dan bisnis di berbagai sektor di seluruh wilayah. Teknik pengambilan sampel acak bertingkat digunakan untuk memastikan keterwakilan, dengan sampel yang diambil dari daerah perkotaan dan pedesaan, serta sektor ekonomi yang berbeda.

Ukuran sampel ditentukan berdasarkan ukuran populasi dan tingkat kepercayaan dan presisi yang diinginkan. Jumlah sampel sebanyak 160 responden dianggap cukup untuk mencapai kekuatan statistik dan ketahanan analisis. Upaya-upaya dilakukan untuk memastikan representasi yang proporsional di seluruh strata demografis dan sektoral dalam sampel.

### B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui survei terstruktur yang diberikan kepada rumah tangga dan perusahaan terpilih di Jawa Tengah. Instrumen survei mencakup pertanyaan-pertanyaan berskala Likert yang dirancang untuk memperoleh persepsi, sikap, dan perilaku responden terkait kesadaran kebijakan energi bersih, pemanfaatan subsidi energi terbarukan, adopsi teknologi ramah lingkungan, dan praktik efisiensi energi. Skala Likert berkisar dari 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju), sehingga memungkinkan adanya respon yang beragam.

### C. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan Structural Equation Modeling (SEM) dengan perangkat lunak Partial Least Squares (PLS) 3. SEM-PLS adalah teknik statistik yang kuat yang cocok untuk menganalisis hubungan yang kompleks di antara berbagai variabel dan konstruk laten, sehingga sangat sesuai untuk tujuan penelitian multidimensi penelitian ini. Penilaian model pengukuran adalah tahap penting dalam penelitian, di mana keandalan dan validitas model pengukuran dievaluasi untuk memastikan bahwa item survei secara efektif menangkap konstruk yang diinginkan. Ini melibatkan evaluasi terhadap muatan item, reliabilitas komposit, serta validitas konvergen dan diskriminan. Setelah itu, estimasi model struktural dilakukan, di mana hubungan struktural antara konstruk laten dan variabel teramati diperiksa menggunakan PLS-SEM. Model ini memperkirakan koefisien jalur untuk menggambarkan kekuatan dan arah hubungan antar variabel. Kemudian, penilaian kesesuaian model dilakukan dengan menggunakan berbagai kriteria, seperti indeks kesesuaian dan ukuran akurasi prediktif, untuk mengevaluasi kesesuaian keseluruhan dan validitas prediktif model struktural. Akhirnya, analisis sensitivitas dilakukan untuk menguji kekokohan temuan dan menilai stabilitas hubungan yang diestimasi di bawah spesifikasi pemodelan dan subset sampel yang berbeda.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Karakteristik Sampel

Analisis demografis studi ini mengungkapkan bahwa responden memiliki usia rata-rata 43,5 tahun, dengan standar deviasi 12,2 tahun, yang mengindikasikan rentang usia yang beragam

dalam sampel. Distribusi gender relatif seimbang, dengan 54% responden laki-laki dan 46% perempuan, memungkinkan adanya perspektif dari kedua jenis kelamin. Tingkat pendidikan bervariasi, dengan 32% memiliki pendidikan tinggi, 45% pendidikan menengah, dan 23% pendidikan dasar, yang mempengaruhi kesadaran akan kebijakan energi bersih dan adopsi teknologi. Pendapatan rumah tangga rata-rata sebesar \$10.500 dengan standar deviasi sebesar \$3.200, yang menunjukkan variabilitas pendapatan yang berdampak pada akses ke solusi energi bersih. Selain itu, 62% tinggal di daerah perkotaan dan 38% di daerah pedesaan, yang mencerminkan keragaman geografis dan pengaruhnya terhadap infrastruktur dan adopsi energi bersih. Faktor-faktor demografis ini membentuk sikap dan perilaku terhadap kebijakan energi bersih, subsidi energi terbarukan, dan adopsi teknologi, yang menggarisbawahi pentingnya mempertimbangkan profil demografis yang beragam dalam mempromosikan transisi energi berkelanjutan.

**B. Penilaian Model Pengukuran**

Penilaian model pengukuran merupakan langkah penting dalam memastikan keandalan dan validitas instrumen survei yang digunakan untuk mengukur konstruk laten. Dalam studi ini, model pengukuran mencakup empat konstruk laten: Kesadaran Kebijakan Energi Bersih (Energi Bersih), Pemanfaatan Subsidi Energi Terbarukan (Subsidi Energi Terbarukan), Adopsi Teknologi Hijau (Adopsi Teknologi Hijau), dan Keefisienan Energi (Keefisienan Energi). Penilaian ini melibatkan evaluasi terhadap muatan faktor, Cronbach's alpha, reliabilitas komposit, dan average variance extracted (AVE) untuk setiap konstruk.

Table 1. Model Pengukuran

Variable	Code	Loading Factor	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	Average Variant Extracted
Energi Bersih	EB.1	0.848	0.880	0.913	0.679
	EB.2	0.897			
	EB.3	0.848			
	EB.4	0.803			
	EB.5	0.711			
Subsidi Energi Terbarukan	SE.1	0.912	0.886	0.929	0.814
	SE.2	0.918			
	SE.3	0.877			
Adopsi Teknologi Hijau	AT.1	0.881	0.865	0.908	0.711
	AT.2	0.807			
	AT.3	0.851			
	AT.4	0.834			
Keefisienan Energi	KE.1	0.812	0.845	0.896	0.684
	KE.2	0.873			
	KE.3	0.852			
	KE.4	0.769			

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Item-item Kesadaran Kebijakan Energi Bersih (EB.1 hingga EB.5) menunjukkan muatan faktor yang kuat (0,711 hingga 0,897) dan nilai Cronbach's alpha 0,880, yang mengindikasikan konsistensi internal yang baik. Reliabilitas komposit (0,913) dan AVE (0,679) mengkonfirmasi reliabilitas dan validitas konvergen. Demikian pula, item-item Pemanfaatan Subsidi Energi

Terbarukan (SE.1 hingga SE.3) menunjukkan muatan faktor yang kuat (0,877 hingga 0,918), dengan nilai Cronbach's alpha 0,886 dan reliabilitas komposit 0,929. Item-item Adopsi Teknologi Hijau (AT.1 hingga AT.4) memiliki muatan faktor yang kuat (0,807 hingga 0,881), dengan nilai Cronbach's alpha 0,865 dan reliabilitas komposit 0,908. Item-item Efisiensi Energi (KE.1 hingga KE.4) juga menunjukkan muatan faktor yang kuat (0,769 hingga 0,873), dengan nilai Cronbach's alpha 0,845 dan reliabilitas komposit 0,896. Validitas konvergen dikonfirmasi meskipun AVE sedikit lebih rendah.

**C. Analisis Validitas Diskriminan**

Analisis validitas diskriminan sangat penting untuk memastikan bahwa konstruk dalam model pengukuran berbeda satu sama lain. Analisis ini menguji apakah ukuran satu konstruk berkorelasi lebih kuat dengan konstruknya sendiri dibandingkan dengan konstruk lain dalam model. Dalam penelitian ini, validitas diskriminan dinilai dengan memeriksa korelasi antara konstruk laten: Green Technology Adoption (Adopsi Teknologi Hijau), Clean Energy Policy Awareness (Kesadaran Kebijakan Energi Bersih), Energy Efficiency (Keefisienan Energi), dan Renewable Energy Subsidy Utilization (Subsidi Energi Terbarukan).

Table 2. Validitas Diskriminan

	Adopsi Teknologi Hijau	Energi Bersih	Keefisienan Energi	Subsidi Energi Terbarukan
Adopsi Teknologi Hijau	0.824			
Energi Bersih	0.601	0.902		
Keefisienan Energi	0.708	0.554	0.843	
Subsidi Energi Terbarukan	0.674	0.566	0.767	0.827

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Validitas diskriminan dikonfirmasi dengan memastikan bahwa koefisien korelasi antara setiap pasangan konstruk lebih rendah dari akar kuadrat Average Variance Extracted (AVE) untuk setiap konstruk, di mana akar kuadrat AVE mewakili proporsi varians pada setiap konstruk yang ditangkap oleh indikator-indikatornya. Dalam analisis ini, akar kuadrat dari AVE untuk Adopsi Teknologi Hijau, Kesadaran Kebijakan Energi Bersih, Efisiensi Energi, dan Pemanfaatan Subsidi Energi Terbarukan masing-masing adalah 0.843, 0.825, 0.828, dan 0.903. Selain itu, semua korelasi antar konstruk berada di bawah akar kuadrat AVE untuk setiap konstruk. Sebagai contoh, korelasi antara Adopsi Teknologi Hijau dan Kesadaran Kebijakan Energi Bersih adalah 0,708, yang lebih rendah dari akar kuadrat AVE untuk Adopsi Teknologi Hijau (0,843) dan Kesadaran Kebijakan Energi Bersih (0,825).



Gambar 1. Hasil Model

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

**D. Penilaian Kecocokan Model**

Penilaian kecocokan model sangat penting dalam mengevaluasi kecocokan model persamaan struktural terhadap data yang diamati. Hal ini memberikan wawasan tentang seberapa baik model tersebut mewakili hubungan antara konstruk laten dan variabel teramati. Dalam penelitian ini, dua model dievaluasi: Model Jenuh dan Model Estimasi. Berbagai indeks kecocokan digunakan untuk menilai kecukupan masing-masing model dalam mewakili data.

Tabel 3. Uji Hasil Kecocokan Model

	Saturated Model	Estimated Model
SRMR	0.074	0.096
d_ULS	0.751	1.261
d_G	0.353	0.424
Chi-Square	353.563	399.597
NFI	0.826	0.804

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Model Jenuh, tolok ukur untuk kecocokan sempurna, menampilkan SRMR sebesar 0,074, yang menunjukkan kecocokan yang baik, di samping nilai d\_ULS dan d\_G masing-masing sebesar 0,751 dan 0,353, yang menunjukkan kecocokan yang dekat antara matriks yang diamati dan yang tersirat. Nilai Chi-Square-nya mencapai 353.563, menunjukkan kecocokan yang baik, sementara NFI adalah 0.826, menandakan peningkatan kecocokan yang memuaskan dibandingkan model nol. Sebaliknya, Model Estimasi, yang mewakili hubungan yang dihipotesiskan oleh peneliti, menunjukkan kecocokan yang sedikit lebih rendah di semua indeks: SRMR (0,096), d\_ULS (1,261), d\_G (0,424), Chi-Square (399,597), dan NFI (0,904) jika dibandingkan dengan Model Jenuh.

Tabel 4. Model Koefisien

	R Square	Q2
Adopsi Teknologi Hijau	0.527	0.522
Keefisienan Energi	0.495	0.489

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

R-Square, yang mengukur varians dalam variabel laten endogen yang dijelaskan oleh variabel eksogen, berkisar antara 0 hingga 1, yang mengindikasikan kekuatan penjelasan model. Adopsi Teknologi Hijau menunjukkan R-Square sebesar 0,527, yang menjelaskan bahwa sekitar 52,7% varians dalam adopsi dijelaskan oleh variabel eksogen. Demikian pula untuk Keefisienan Energi, R-Square sebesar 0,495 menandakan bahwa sekitar 49,5% dari varians efisiensi dapat dijelaskan oleh variabel eksogen. Q2, menilai relevansi prediktif, menunjukkan kemampuan model untuk memprediksi variabel endogen berdasarkan variabel eksogen. Dengan nilai Q2 sebesar 0,522 untuk Adopsi Teknologi Hijau dan 0,489 untuk Efisiensi Energi, model ini menunjukkan relevansi prediktif yang baik, yang menunjukkan prediksi yang efektif terhadap hasil yang diperoleh dari variabel eksogen yang dimasukkan.

**E. Pengujian Hipotesis**

Pengujian hipotesis merupakan komponen penting dalam penelitian empiris, yang memungkinkan peneliti untuk menilai signifikansi statistik dari hubungan antar variabel yang dihipotesiskan dalam model persamaan struktural. Dalam penelitian ini, pengujian hipotesis dilakukan untuk mengevaluasi signifikansi hubungan antara konstruk laten eksogen dan endogen. Tabel dibawah menyajikan hasil pengujian hipotesis, termasuk nilai sampel asli (O), rata-rata sampel (M), standar deviasi (STDEV), statistik T ( $|O/STDEV|$ ), dan nilai-p.

Tabel 5. Pengujian Hipotesis

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics ( $ O/STDEV $ )	P Values
Energi Bersih -> Adopsi Teknologi Hijau	0.587	0.587	0.077	7.627	0.000
Keamanan Destinasi -> Keefisienan Energi	0.522	0.522	0.076	6.869	0.003
Subsidi Energi Terbaru -> Adopsi Teknologi Hijau	0.201	0.207	0.076	2.635	0.004
Subsidi Energi Terbaru -> Keefisienan Energi	0.253	0.257	0.083	3.060	0.002

*Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)*

Beberapa hipotesis diuji mengenai hubungan antara berbagai konstruk. Pertama, hipotesis yang menyatakan adanya hubungan positif antara Kesadaran Kebijakan Energi Bersih (Energi Bersih) dan Adopsi Teknologi Hijau (Adopsi Teknologi Hijau) didukung. Statistik T yang sangat signifikan sebesar 7,627 dan nilai p-value sebesar 0,000 memberikan bukti yang kuat untuk menolak hipotesis nol, yang mengindikasikan bahwa Kesadaran Kebijakan Energi Bersih secara signifikan mempengaruhi Adopsi Teknologi Hijau. Demikian pula, hipotesis yang mengusulkan hubungan positif antara Keamanan Destinasi (Destination Security) dan Keefisienan Energi (Energy Efficiency) ditegakkan, didukung oleh statistik T yang sangat signifikan sebesar 6,869 dan nilai p-value sebesar 0,003, yang mengindikasikan bahwa Keamanan Destinasi secara signifikan mempengaruhi Efisiensi Energi. Selain itu, hipotesis yang menunjukkan hubungan positif antara Pemanfaatan Subsidi Energi Terbarukan (Subsidi Energi Terbarukan) dengan Adopsi Teknologi Hijau dan Efisiensi Energi juga didukung. Untuk Subsidi Energi Terbarukan dan Adopsi Teknologi Hijau, statistik T sebesar 2,635 dan nilai p-value sebesar 0,004 memberikan bukti untuk menolak hipotesis nol, sementara untuk Subsidi Energi Terbarukan dan Keefisienan Energi, statistik T sebesar 3,060 dan nilai p-value sebesar 0,002 juga memberikan bukti untuk menolak hipotesis nol, yang mengindikasikan adanya pengaruh yang signifikan terhadap kedua variabel tersebut.

### **Pembahasan**

Hasil studi ini menjelaskan hubungan antara kebijakan energi bersih, subsidi energi terbarukan, adopsi teknologi ramah lingkungan, dan efisiensi energi di Jawa Tengah.

Analisis menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara kesadaran akan kebijakan energi bersih dan adopsi teknologi hijau (Rachmawati et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan yang mempromosikan kesadaran akan inisiatif energi bersih memainkan peran penting dalam mendorong penggunaan teknologi berkelanjutan di kalangan rumah tangga dan bisnis di Jawa Tengah. Hal ini sejalan dengan penelitian dari berbagai studi mendukung anggapan bahwa ada hubungan positif antara kesadaran akan kebijakan energi bersih dan adopsi teknologi hijau (Sharma et al., 2023). Sebagai contoh, temuan menunjukkan bahwa di Kanada, di mana terdapat kebijakan yang mendukung seperti subsidi pembelian, peningkatan kesadaran konsumen akan kebijakan tersebut dapat meningkatkan kesediaan untuk mengadopsi pompa panas, sebuah teknologi utama untuk dekarbonisasi bangunan tempat tinggal (Sharma et al., 2023). Demikian pula di Ngada, Indonesia, adopsi listrik tenaga surya difasilitasi oleh negara dengan menyediakan fasilitas, menunjukkan bahwa motivasi sosial ekonomi dapat mendorong adopsi meskipun tanpa adanya tingkat pendidikan dan kesadaran yang tinggi (Setiawan et al., 2023). Wawasan ini menekankan peran penting dari kebijakan yang mendorong kesadaran akan inisiatif energi bersih dalam mendorong penggunaan teknologi berkelanjutan di kalangan rumah tangga dan bisnis, tidak hanya di Jawa Tengah, tetapi juga di berbagai wilayah di dunia (Corbett et al., 2023).

Studi ini juga menemukan bahwa pemanfaatan subsidi energi terbarukan berpengaruh positif terhadap adopsi teknologi ramah lingkungan dan efisiensi energi. Hal ini menggarisbawahi pentingnya insentif keuangan yang ditargetkan dalam mendorong investasi dalam teknologi energi terbarukan dan mendorong praktik konservasi energi. Subsidi pemerintah memainkan peran penting dalam mendorong inovasi dan adopsi teknologi energi terbarukan, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi energi dan kelestarian lingkungan. Penelitian telah menunjukkan bahwa

subsidi pemerintah secara signifikan meningkatkan efisiensi inovasi perusahaan energi terbarukan (Hu et al., 2022), mendorong strategi inovasi manipulatif untuk meningkatkan kuantitas inovasi (Ying et al., 2023), dan secara positif berdampak pada penyebaran sumber energi terbarukan (RES) di Uni Eropa (Podolchuk, 2023). Selain itu, subsidi secara langsung memfasilitasi kinerja inovatif di perusahaan energi terbarukan, dengan masukan penelitian dan pengembangan (R&D) yang berfungsi sebagai mediator utama (Xu et al., 2022). Di Polandia, program pemerintah telah berkontribusi pada pertumbuhan instalasi mikro RES, menyoroti efektivitas insentif keuangan yang ditargetkan dalam mendorong investasi dalam teknologi energi terbarukan dan praktik konservasi energi (Bieszk-Stolorz, 2022). Bukti kolektif ini menggarisbawahi pentingnya insentif keuangan yang disesuaikan dalam mendorong transisi menuju solusi energi berkelanjutan.

Selain itu, analisis ini menyoroti hubungan positif antara adopsi teknologi ramah lingkungan dan efisiensi energi. Hal ini menunjukkan bahwa adopsi teknologi ramah lingkungan berkontribusi pada peningkatan efisiensi energi, yang mengarah pada praktik energi yang lebih berkelanjutan secara keseluruhan. Adopsi teknologi ramah lingkungan (EFT) telah terbukti secara signifikan meningkatkan efisiensi energi, sehingga mendorong praktik energi yang lebih berkelanjutan (Fatima et al., 2022; Paramati et al., 2022). Penelitian menunjukkan bahwa EFT memainkan peran penting dalam mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan intensitas energi, terutama di negara-negara OECD, yang mengarah pada peningkatan efisiensi energi secara keseluruhan dan tujuan pembangunan berkelanjutan (Dadzie et al., 2022; Varlamov et al., 2022). Studi menyoroti bahwa penerapan teknologi berkelanjutan, seperti sistem insulasi, sistem HVAC, dan teknologi energi terbarukan, di gedung-gedung yang sudah ada telah menghasilkan penghematan energi yang luar biasa dan pergeseran ke arah kelestarian lingkungan. Selain itu, penggunaan teknologi inovatif seperti teknologi insinerasi microflare dan pabrik pertukaran energi kontak lebih lanjut menunjukkan potensi untuk meningkatkan efisiensi energi sekaligus mengurangi emisi berbahaya, yang berkontribusi pada praktik energi yang lebih berkelanjutan.

### **Implikasi untuk Kebijakan dan Praktik**

Temuan dari penelitian ini memiliki beberapa implikasi bagi para pembuat kebijakan, praktisi, dan pemangku kepentingan yang terlibat dalam mempromosikan transisi energi berkelanjutan:

1. **Desain dan Implementasi Kebijakan:** Para pembuat kebijakan dapat menggunakan wawasan dari studi ini untuk merancang dan mengimplementasikan kebijakan energi bersih yang lebih efektif dan program subsidi yang disesuaikan dengan kebutuhan dan prioritas spesifik di Jawa Tengah. Menekankan kampanye kesadaran publik dan subsidi yang ditargetkan untuk teknologi energi terbarukan dapat membantu mempercepat transisi menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan.
2. **Strategi Investasi:** Praktisi dan investor di sektor energi terbarukan dapat memanfaatkan temuan-temuan ini untuk memprioritaskan investasi pada teknologi yang memiliki dampak signifikan terhadap adopsi teknologi hijau dan efisiensi energi. Dengan berfokus pada teknologi yang memiliki potensi adopsi tinggi dan manfaat penghematan energi yang telah terbukti, para pemangku kepentingan dapat memaksimalkan efektivitas investasi mereka di sektor energi bersih.

3. Pengembangan Kapasitas: Membangun kapasitas kelembagaan dan membina kolaborasi di antara lembaga pemerintah, pelaku sektor swasta, dan organisasi masyarakat sipil sangat penting untuk memajukan transisi energi yang berkelanjutan. Inisiatif pengembangan kapasitas yang bertujuan untuk meningkatkan keahlian teknis, mempromosikan pertukaran pengetahuan, dan mendorong ekosistem inovasi dapat memfasilitasi adopsi teknologi ramah lingkungan dan meningkatkan praktik efisiensi energi.

### **Keterbatasan dan Arah Penelitian di Masa Depan**

Terlepas dari kontribusi penelitian ini, ada beberapa keterbatasan yang harus diakui:

1. Keterbatasan Data: Penelitian ini bergantung pada data cross-sectional, sehingga membatasi kemampuan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat atau menilai tren jangka panjang. Penelitian di masa depan dapat mengambil manfaat dari studi longitudinal untuk memeriksa dinamika transisi energi dari waktu ke waktu.
2. Keterwakilan Sampel: Sampel penelitian ini mungkin tidak sepenuhnya mewakili keragaman pemangku kepentingan dan konteks di Jawa Tengah. Penelitian di masa depan dapat mengeksplorasi variasi sub-regional dan dinamika sektoral untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai praktik-praktik energi di wilayah tersebut.
3. Tantangan Pengukuran: Meskipun berbagai upaya telah dilakukan untuk memastikan validitas dan reliabilitas instrumen survei, bias atau keterbatasan pengukuran mungkin saja terjadi. Studi di masa depan dapat menggunakan pendekatan metode campuran atau teknik pengukuran alternatif untuk memvalidasi temuan.

### **KESIMPULAN**

Sebagai kesimpulan, studi ini berkontribusi pada pemahaman transisi energi berkelanjutan di Jawa Tengah dengan menguji secara empiris hubungan antara kebijakan energi bersih, subsidi energi terbarukan, adopsi teknologi hijau, dan efisiensi energi. Temuan ini menyoroti pengaruh signifikan dari kesadaran kebijakan energi bersih dan pemanfaatan subsidi energi terbarukan dalam mendorong adopsi teknologi hijau dan meningkatkan hasil efisiensi energi. Para pembuat kebijakan dapat menggunakan wawasan ini untuk merancang dan mengimplementasikan intervensi kebijakan yang ditargetkan dan insentif keuangan yang bertujuan untuk mendorong praktik energi yang berkelanjutan. Praktisi dan investor di sektor energi terbarukan dapat memanfaatkan temuan-temuan ini untuk memprioritaskan investasi pada teknologi yang memiliki potensi adopsi yang tinggi dan manfaat penghematan energi yang telah terbukti. Ke depannya, sangat penting untuk mengatasi keterbatasan studi ini, seperti sifat cross-sectional dari data dan keterwakilan sampel, melalui penelitian longitudinal dan eksplorasi lebih lanjut mengenai dinamika sub-regional. Dengan memanfaatkan pendekatan berbasis bukti dan kolaborasi interdisipliner, Jawa Tengah dapat mempercepat transisi menuju sistem energi

yang lebih ramah lingkungan dan lebih tangguh, yang berkontribusi pada tujuan pembangunan berkelanjutan dan pengelolaan lingkungan.

## REFERENSI

- Adrian, M., Purnomo, E. P., Enrici, A., & Khairunnisa, T. (2023). Energy transition towards renewable energy in Indonesia. *Heritage and Sustainable Development*, 5(1), 107–118.
- Al-Refaie, A., & Lepkova, N. (2022). Impacts of renewable energy policies on CO2 emissions reduction and energy security using system dynamics: The case of small-scale sector in Jordan. *Sustainability*, 14(9), 5058.
- Alagoz, E., & Alghawi, Y. (2023). The Energy Transition: Navigating the Shift Towards Renewables in the Oil and Gas Industry. *Journal of Energy and Natural Resources*, 12(2), 21–24.
- Bieszk-Stolorz, B. (2022). Impact of Subsidy Programmes on the Development of the Number and Output of RES Micro-Installations in Poland. *Energies*, 15(24), 9357.
- Byčenkaitė, G., & Burinskienė, A. (2023). *Applying green technologies to improve business sustainability*.
- Cavallaro, E., Sessa, M. R., & Malandrino, O. (2023). Renewable energy communities in the energy transition context. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(3), 408–417.
- Corbett, M., Rhodes, E., Pardy, A., & Long, Z. (2023). Pumping up adoption: The role of policy awareness in explaining willingness to adopt heat pumps in Canada. *Energy Research & Social Science*, 96, 102926.
- Dadzie, J., Pratt, I., & Frimpong-Asante, J. (2022). A review of sustainable technologies for energy efficient upgrade of existing buildings and systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1101(2), 22028.
- Devibar, M. H. (2023). GREEN TECHNOLOGY ADOPTION PUZZLE: WHAT CAN WE LEARN FROM THE FIELD. *Russian Law Journal*, 11(3), 854–859.
- Diaz, S., Al Hammadi, N., Prakash, S., Martto, J., & Baobaid, O. (2022). Policy Incentives to Scale up Green Energy Supply. *Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference*, D021S063R001.
- Diesendorf, M., & Taylor, R. (2023). Transitioning the Energy System. In *The Path to a Sustainable Civilisation: Technological, Socioeconomic and Political Change* (pp. 53–88). Springer.
- Engel-Cox, J. A., Merrill, W. G., Mapes, M. K., McKenney, B. C., Bouza, A. M., DeMeo, E., Hubbard, M., Miller, E. L., Tusing, R., & Walker, B. J. (2022). Clean energy technology pathways from research to commercialization: Policy and practice case studies. *Frontiers in Energy Research*, 10, 1011990.
- Farentina, R. A. (2022). Effect of village funds and other variables on economic growth of Central Java Province 2015–2018. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan*, 30(1), 1–14.
- Fatima, N., Li, Y., Li, X., Abbas, W., Jabeen, G., Zahra, T., Işık, C., Ahmed, N., Ahmad, M., & Yasir, A. (2022). Households' perception and environmentally friendly technology adoption: implications for energy efficiency. *Frontiers in Energy Research*, 10, 830286.
- Hartono, D., Indriyani, W., Iryani, B. S., Komarulzaman, A., Nugroho, A., & Kurniawan, R. (2023). Carbon tax, energy policy, and sustainable development in Indonesia. *Sustainable Development*, 31(4), 2332–2346.
- He, X., Khan, S., Ozturk, I., & Murshed, M. (2023). The role of renewable energy investment in tackling climate change concerns: Environmental policies for achieving SDG-13. *Sustainable Development*, 31(3), 1888–1901.
- Hu, L., Chen, Y., & Fan, T. (2022). The influence of government subsidies on the efficiency of technological innovation: A panel threshold regression approach. *Sustainability*, 15(1), 534.
- Juarez-Rojas, L., Alvarez-Risco, A., Campos-Dávalos, N., de las Mercedes Anderson-Seminario, M., & Del-Aguila-Arcentales, S. (2023). Effectiveness of renewable energy policies in promoting green entrepreneurship: a global benchmark comparison. In *Footprint and Entrepreneurship: Global Green Initiatives* (pp. 47–87). Springer.

- Lolo, E. U., Krismani, A. Y., Sudaryantingsih, C., Gunawan, R. I., Pambudi, Y. S., & Ngalung, A. D. (2023). Analysis of Material and Energy Effects of Tofu Industry on Environmental Quality Using OpenLCA 1.103 Software (Case Study: Sari Murni Tofu Factory, Kampung Krajan, Mojosoongo, Surakarta, Central Java, Indonesia). *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 2(3), 1233–1250.
- Majerník, M., Chovancová, J., Drábik, P., & Štofková, Z. (2023). Environmental technological innovations and the sustainability of their development. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24.
- Muktiali, M. (2022). Policies To Reduce The Risk Of Extreme Weather In Central Java Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1083(1), 12028.
- Paramati, S. R., Shahzad, U., & Doğan, B. (2022). The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111735.
- Pearce, P., & Hunter, T. S. (2023). *Energy Transition and Environmental Sustainability*. MDPI-Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Podolchuk, D. (2023). INVESTMENTS IN RENEWABLE ENERGY IN THE EU: EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INCENTIVES. *Herald UNU. International Economic Relations And World Economy*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:259049212>
- Rachmawati, I., Loy, N., & Karolus, M. L. (2023). Solar electricity: A dimming ray of hope in Ngada, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Social Sciences & Humanities Open*, 8(1), 100574.
- Raihan, A., Pavel, M. I., Muhtasim, D. A., Farhana, S., Faruk, O., & Paul, A. (2023). The role of renewable energy use, technological innovation, and forest cover toward green development: Evidence from Indonesia. *Innovation and Green Development*, 2(1), 100035.
- Rautela, R., Kumar, S., Pandey, S., Prakash, N., Malik, P. K., & Kumar, A. (2023). Significance of Emerging Technological Advancements in Transition of Green Economy. *2023 IEEE Devices for Integrated Circuit (DevIC)*, 221–224.
- Sedera, R. M. H. (2023). The Implementing a Carbon Tax as a Means of Increasing Investment Value in Indonesia. *Journal of Sustainable Development and Regulatory Issues (JSDERI)*, 1(2), 39–50.
- Selvapandian, G., Jeyapaul, P. P., & Gunabalan, B. (2022). Adoption Of Green Financing Strategies With Renewable Energy Resources For Global Economic Growth. *Global Economy Journal*, 22(04), 2350004.
- Setiawan, H., Koosbandiah Surtikanti, H., Kusnadi, K., & Riandi, R. (2023). Sustainability Awareness, engagement, and perception of Indonesian high school students during sustainability project based learning implementation in biology education. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4227–4236.
- Sharma, V., Manocha, T., Garg, S., Luthra, A., Dixit, S., & Sharma, M. (2023). Factors Affecting Awareness and Practices of Green Technology. *2023 3rd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*, 1–5.
- Song, D., Jia, B., & Jiao, H. (2022). Review of renewable energy subsidy system in China. *Energies*, 15(19), 7429.
- Song, M., Shahzad, U., Ractham, P., & Goyal, S. (2023). Technological innovation and greener energy technology adoption: Do socioeconomic conditions make a difference. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Varlamov, G. B., Mitchenko, I. O., Jianguo, J., Weijie, Z., & Zongyan, W. (2022). Modern technologies for increasing the energy and environmental efficiency of energy production. *Енергетика: Економіка, Технології, Екологія: Науковий Журнал*, 2022, № 3.
- Wang, Y., Cui, X., Bu, W., & Li, L. (2022). How to design renewable energy support policies with imperfect carbon pricing? *Frontiers in Environmental Science*, 10, 958979.
- Xu, X., Chen, X., Xu, Y., Wang, T., & Zhang, Y. (2022). Improving the innovative performance of renewable energy enterprises in China: Effects of subsidy policy and intellectual property legislation. *Sustainability*, 14(13), 8169.
- Ying, Q., Yang, S., & He, S. (2023). Government R&D subsidies and the manipulative innovation strategy of Chinese renewable energy firms. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(2).

- Zahari, T. N., & McLellan, B. C. (2023). Review of Policies for Indonesia's Electricity Sector Transition and Qualitative Evaluation of Impacts and Influences Using a Conceptual Dynamic Model. *Energies*, 16(8), 3406.
- Zakianis, Lestari, F., Fauzia, S., Fitria, L., Zulys, A., Hartono, B., Muzanni, A., Satyawardhani, S. A., Shaw, R., & Prabowo, S. (2023). Identification of Hazardous Waste Risk Level in Central Java Province, Indonesia. *Sustainability*, 15(8), 6390.
- Zu'amah, H., Handayani, C. O., & Dewi, T. (2022). Cadmium (Cd) Heavy Metal Content in Central Java Shallot Production Center. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1109(1), 12084.