

Bagaimana Inovasi Teknologi Hijau Menanggapi Tantangan dan Menentukan Dampaknya?

Yusmaneli ^a, Masri ^{b*}

^a Peneliti Junior, Divisi Riset dan Publikasi, LMSTI, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh, Indonesia.

^{b*} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh, Provinsi Aceh, Indonesia.

ABSTRACT

Climate change, pollution, and natural resource degradation are among the most pressing environmental challenges faced by the world today. Green technology innovation offers promising solutions to address these challenges by promoting sustainable and environmentally friendly practices. This research aims to understand how green technology innovation responds to environmental challenges and determines its impact on various aspects. Using a qualitative research method with a descriptive-analytical approach, data were collected through literature reviews, in-depth interviews, and document analysis. The findings reveal that green technology innovations, such as renewable energy technologies, clean water and waste treatment systems, and sustainable agricultural practices, effectively reduce greenhouse gas emissions, improve air and water quality, and conserve natural resources. Economically, green technology has created new jobs and driven growth in sectors like manufacturing, energy, and environmental services. Socially, it has enhanced the quality of life by providing better access to clean energy, water, and sanitation, thereby improving public health and reducing poverty. However, the adoption of green technology faces challenges such as high costs, inadequate infrastructure, and low public awareness. Overcoming these challenges requires collaboration between government, private sector, and civil society. With strong commitment and joint efforts, green technology innovation can play a crucial role in achieving sustainable development goals and creating a greener future.

ABSTRAK

Perubahan iklim, polusi, dan degradasi sumber daya alam merupakan beberapa tantangan lingkungan paling mendesak yang dihadapi dunia saat ini. Inovasi teknologi hijau menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan ini dengan mempromosikan praktik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana inovasi teknologi hijau menanggapi tantangan lingkungan dan menentukan dampaknya pada berbagai aspek. Menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif-analitik, data dikumpulkan melalui tinjauan literatur, wawancara mendalam, dan analisis dokumen. Temuan penelitian ini mengungkapkan bahwa inovasi teknologi hijau, seperti teknologi energi terbarukan, sistem pengolahan air dan limbah yang bersih, dan praktik pertanian berkelanjutan, efektif dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, meningkatkan kualitas udara dan air, serta melestarikan sumber daya alam. Secara ekonomi, teknologi hijau telah menciptakan lapangan kerja baru dan mendorong pertumbuhan di sektor-sektor seperti manufaktur, energi, dan jasa lingkungan. Secara sosial, teknologi hijau telah meningkatkan kualitas hidup dengan menyediakan akses yang lebih baik ke energi bersih, air, dan sanitasi, sehingga meningkatkan kesehatan masyarakat dan mengurangi kemiskinan. Namun, adopsi teknologi hijau menghadapi tantangan seperti biaya yang tinggi, infrastruktur yang tidak memadai, dan kesadaran masyarakat yang rendah. Mengatasi tantangan ini memerlukan kerjasama antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil. Dengan komitmen yang kuat dan upaya bersama, inovasi teknologi hijau dapat memainkan peran penting dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan dan menciptakan masa depan yang lebih hijau.

ARTICLE HISTORY

Received 6 February 2023

Accepted 27 April 2023

Published 30 June 2023

KEYWORDS

Green Technology Innovation;
Sustainable Development;
Greenhouse Gas Emissions;
Environmental Quality;
Economic Growth.

KATA KUNCI

Inovasi Teknologi Hijau;
Pembangunan Berkelanjutan;
Emisi Gas Rumah Kaca;
Kualitas Lingkungan;
Pertumbuhan Ekonomi.

1. Pendahuluan

Perubahan iklim, polusi, dan degradasi sumber daya alam merupakan beberapa tantangan lingkungan paling mendesak yang dihadapi dunia saat ini. Inovasi teknologi hijau menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan ini dengan mempromosikan praktik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Inovasi Teknologi Hijau merupakan konsep yang berkembang pesat dalam upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan mendorong keberlanjutan. Berbagai penelitian menyoroti pentingnya inovasi teknologi hijau dalam berbagai sektor ekonomi. Misalnya, penelitian oleh Deru *et al.* (2023) menekankan bahwa pemerintah daerah perlu meningkatkan inovasi untuk kemajuan pedesaan dengan teknologi dan pembangunan hijau. Maulita (2022) juga menyoroti pengaruh tekanan regulasi terhadap adopsi inovasi teknologi hijau dan kinerja ekonomi di industri pelayaran. Selain itu, Fahiratunnisa (2024) menunjukkan bahwa inovasi hijau dapat meningkatkan kinerja keuangan perusahaan dengan mengurangi kerusakan lingkungan dan memberikan manfaat ganda. Maharani & Sudibijo (2023) meneliti pengaruh inovasi hijau, akuntansi manajemen lingkungan, dan strategi lingkungan terhadap kinerja lingkungan perusahaan, sementara Sukarya (2023) menyoroti peran loyalty employee dan green creativity dalam menciptakan keunggulan bersaing melalui inovasi teknologi hijau. Pasek *et al.* (2022) meneliti pengaruh Green Human Resource Management (GHRM) terhadap inovasi produk dan proses di industri kopi, sementara Yandi (2023) membahas penerapan konsep green marketing dalam menghasilkan produk ramah lingkungan. Dari sisi implementasi, Darmawijaya (2021) menyoroti pentingnya pembangunan Pusat Data Hijau sebagai wahana percepatan pembangunan ekonomi berkelanjutan. Inovasi teknologi hijau memiliki peran yang signifikan dalam menciptakan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan, meningkatkan kinerja ekonomi, dan memperbaiki dampak lingkungan. Dengan adanya dukungan regulasi, strategi manajemen lingkungan, dan penerapan konsep green marketing, inovasi teknologi hijau dapat menjadi pendorong utama menuju pembangunan berkelanjutan.

Singh *et al.* (2020) menegaskan bahwa inovasi teknologi hijau, seperti inovasi proses dan produk hijau, merupakan sumber daya organisasi yang kritis dalam meningkatkan kinerja lingkungan dan mendapatkan dukungan dari pemangku kepentingan utama. Xie *et al.* (2019) juga menekankan pentingnya inovasi proses dan produk hijau dalam meningkatkan kinerja keuangan perusahaan. Selain itu, Wang *et al.* (2022) menyoroti bahwa inovasi teknologi hijau merupakan kekuatan penting untuk pengembangan ekonomi berkualitas tinggi dan perlindungan lingkungan yang tingkat tinggi. Maulita (2022) meneliti pengaruh tekanan regulasi terhadap adopsi inovasi teknologi hijau dan kinerja ekonomi di industri pelayaran, menunjukkan hubungan yang signifikan antara regulasi dan inovasi hijau. Sari (2022) menyoroti peran akuntansi manajemen lingkungan dalam memediasi inovasi ramah lingkungan terhadap nilai perusahaan. Inovasi teknologi hijau memiliki peran yang krusial dalam menanggapi tantangan lingkungan saat ini dan memberikan dampak positif pada kinerja ekonomi, lingkungan, dan keberlanjutan. Dengan dukungan regulasi yang tepat, strategi manajemen yang berkelanjutan, dan penerapan konsep green marketing, inovasi teknologi hijau dapat menjadi pendorong utama menuju masa depan yang lebih berkelanjutan.

Konsep teknologi hijau bukanlah hal yang baru. Sejak peradaban awal, manusia telah berupaya memanfaatkan sumber daya alam secara efisien. Kincir air sebagai sumber tenaga mekanik, misalnya, merupakan cikal bakal teknologi energi terbarukan yang kini tengah digalakkan. Namun, perkembangan pesat teknologi dan industrialisasi pada abad ke-20 disertai dengan peningkatan konsumsi energi dan eksploitasi sumber daya alam secara besar-besaran. Hal ini berdampak pada kerusakan lingkungan yang semakin parah. Baru pada beberapa dekade terakhir, kesadaran akan pentingnya

pembangunan berkelanjutan memicu lonjakan inovasi dalam bidang teknologi hijau. Dorongan untuk mengembangkan teknologi hijau tidak semata-mata dilatarbelakangi oleh urgensi perbaikan lingkungan. Faktor ekonomi dan sosial turut menjadi pendorong utama. Meningkatnya permintaan energi global dan cadangan bahan bakar fosil yang terbatas memicu pencarian sumber energi alternatif yang lebih berkelanjutan. Di sisi lain, dampak negatif dari polusi dan degradasi lingkungan berujung pada kerugian ekonomi yang signifikan, baik melalui biaya kesehatan masyarakat maupun kerusakan infrastruktur. Oleh karena itu, investasi dalam teknologi hijau tidak hanya dipandang sebagai upaya perbaikan lingkungan, namun juga sebagai peluang ekonomi baru yang menciptakan lapangan kerja dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

Di tengah upaya global untuk mengatasi krisis lingkungan dan perubahan iklim, Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, turut berkomitmen untuk memaksimalkan penggunaan energi ramah lingkungan. Dalam menghadapi era transisi energi menuju energi hijau, langkah-langkah konkret telah diambil untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan mengadopsi teknologi hijau di berbagai sektor ekonomi. Pemerintah Indonesia, bersama dengan sektor swasta dan masyarakat, menggarisbawahi pentingnya pengembangan teknologi hijau sebagai solusi untuk mencapai tujuan global dalam mengurangi emisi karbon dan memperbaiki kualitas lingkungan. Pada tanggal 1 Desember 2021, Menteri Koordinator Bidang Perekonomian, Airlangga Hartarto, mengemukakan bahwa Indonesia menegaskan komitmennya terhadap penerapan energi hijau sebagai bagian dari upaya global. Melalui pengembangan biodiesel B-30 hingga D-100, bioavtur, serta teknologi ramah lingkungan di sektor transportasi dan industri, Indonesia bertujuan untuk mereduksi dampak lingkungan dari sektor energi, khususnya yang terkait dengan penggunaan energi fosil (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2021). Komitmen ini mencerminkan kesadaran yang tumbuh bahwa transisi energi bukan hanya sebuah keharusan lingkungan, tetapi juga sebuah peluang untuk meningkatkan keberlanjutan ekonomi. Pada 2nd International Convention on Indonesian Upstream Oil & Gas 2021, Airlangga Hartarto menyoroti pentingnya adaptasi industri migas terhadap era baru ini. Dia menekankan perlunya badan usaha terlibat dalam merencanakan masa depan yang inklusif dan berkelanjutan, dengan memanfaatkan teknologi hijau dan energi bersih sebagai pijakan utama (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2021). Hal ini sejalan dengan komitmen global yang semakin mendesak untuk mengurangi jejak karbon dari sektor energi, di mana teknologi Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS) telah menjadi fokus perbincangan penting dalam agenda internasional.

Industri hulu migas, sebagai salah satu pilar ekonomi nasional, juga turut berperan dalam mendukung transisi ini. Keputusan pemerintah untuk menetapkan kebijakan harga gas yang kompetitif untuk industri tertentu telah membuka peluang bagi pengembangan sektor hilir yang lebih berkelanjutan (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2021). Dengan meningkatkan produksi minyak dan gas bumi yang diusahakan oleh SKK Migas hingga 1 juta BOPD minyak dan 12 miliar standar kaki kubik gas pada tahun 2030, Indonesia tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan energi dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, tetapi juga untuk menunjukkan komitmen dalam mengelola sumber daya alam secara bertanggung jawab. Di samping langkah-langkah strategis pemerintah dalam industri energi, perkembangan teknologi hijau juga telah merambah ke sektor-sektor lain di Indonesia. Misalnya, di sektor transportasi, mobil listrik mulai diperkenalkan sebagai alternatif yang ramah lingkungan dan efisien dalam penggunaan energi. Kendaraan ini tidak hanya mengurangi emisi gas buang, tetapi juga berpotensi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin langka (Carla, 2022). Implementasi panel surya juga menjadi sorotan utama dalam upaya diversifikasi sumber energi. Indonesia, dengan radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun, memiliki potensi besar untuk

menghasilkan energi listrik melalui pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). PLTS tidak hanya mengurangi biaya operasional jangka panjang tetapi juga meminimalkan dampak lingkungan dengan menghilangkan polusi udara dan limbah yang biasanya terkait dengan pembangkit listrik konvensional (Pradana, 2022).

Penggunaan teknologi hijau tidak hanya memberikan manfaat langsung bagi lingkungan, tetapi juga bagi ekonomi dan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan. Dengan mengurangi polusi udara, manajemen limbah yang berkelanjutan, dan mempromosikan penggunaan energi terbarukan, teknologi hijau membuka pintu untuk inovasi baru dan peluang ekonomi yang lebih berkelanjutan (Mikaela, 2023). Namun, implementasi teknologi hijau tidaklah tanpa tantangan. Biaya investasi yang tinggi, kurangnya kesadaran masyarakat akan manfaat teknologi hijau, dan ketidakpastian regulasi merupakan beberapa hambatan yang harus diatasi dalam mempercepat adopsi teknologi ini di Indonesia. Meskipun demikian, dengan komitmen yang kuat dari pemerintah, kerjasama lintas sektor, dan dukungan masyarakat, Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi pemimpin dalam penerapan teknologi hijau di kawasan Asia Tenggara.

Transportasi berkelanjutan menjadi salah satu isu utama dalam upaya global untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Di tengah kebutuhan akan mobilitas yang terus meningkat, implementasi teknologi hijau menjadi kunci dalam membangun sistem transportasi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Konsep ini tidak hanya mengutamakan efisiensi dalam penggunaan sumber daya alam, tetapi juga menekankan pada aspek ekonomi dan sosial yang positif. Inovasi teknologi hijau dalam transportasi dapat membawa perubahan signifikan tidak hanya bagi lingkungan tetapi juga bagi masyarakat dan perekonomian secara keseluruhan.

Transportasi berkelanjutan didefinisikan sebagai sistem transportasi yang memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi masa depan untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Ini mencakup penggunaan sumber daya alam yang terbarukan, pengurangan emisi gas rumah kaca, serta meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan. Fredy Sumasto, dosen prodi Teknik Industri Otomotif, menjelaskan bahwa transportasi berkelanjutan tidak hanya tentang penggunaan teknologi ramah lingkungan seperti kendaraan listrik atau hidrogen, tetapi juga mencakup prinsip ekonomi sirkular yang memastikan semua aspek dari siklus hidup kendaraan mendukung keberlanjutan (Pramyastiwi, 2013).

Menurut sebuah artikel di Kompasiana, inovasi hijau telah menjadi fokus utama dalam upaya global untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. Di Indonesia, yang kaya akan sumber daya alam, adopsi teknologi hijau dalam sektor transportasi menjadi semakin penting. Misalnya, pengembangan kendaraan listrik dan infrastruktur penunjangnya diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan menurunkan emisi gas rumah kaca secara signifikan (Kompasiana, 2023).

Prinsip-prinsip utama yang membentuk transportasi berkelanjutan meliputi efisiensi, aksesibilitas, pembatasan emisi, dan penggunaan sumber daya alam seminimal mungkin. Dalam konteks ini, prinsip ekonomi sirkular memiliki peran krusial dalam memastikan bahwa siklus hidup kendaraan tidak hanya efisien dari segi energi tetapi juga dari segi ekonomi. Implementasi prinsip ini memastikan bahwa manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan dari transportasi berkelanjutan dapat dirasakan oleh semua pihak terlibat (Pramyastiwi, 2013).

Meskipun potensi besar untuk adopsi transportasi hijau di Indonesia, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah gaya hidup masyarakat yang masih cenderung menggunakan kendaraan pribadi, sehingga mengurangi minat terhadap transportasi publik atau berbagi. Fredy Sumasto mencatat bahwa perubahan kebijakan transportasi yang mendukung penggunaan transportasi berkelanjutan, seperti insentif untuk kendaraan ramah lingkungan dan peningkatan

infrastruktur pendukung seperti stasiun pengisian bahan bakar listrik, diperlukan untuk mendorong transisi ini secara lebih luas (Kompasiana, 2023). Selain itu, biaya yang lebih tinggi untuk kendaraan listrik dan kurangnya infrastruktur pendukung juga menjadi hambatan signifikan. Untuk mengatasi hal ini, investasi dalam infrastruktur yang mendukung, seperti jaringan stasiun pengisian bahan bakar listrik yang lebih luas dan sistem transportasi yang terintegrasi dengan baik, sangat diperlukan (Kompasiana, 2023).

Penerapan teknologi hijau dalam transportasi bukan hanya tentang mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga tentang menciptakan sistem transportasi yang lebih efisien dan dapat diakses secara universal. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, transportasi berkelanjutan berkontribusi signifikan terhadap pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya pada poin-poin yang terkait dengan industri, inovasi, dan infrastruktur (Kompasiana, 2023). Beberapa inovasi teknologi hijau yang telah diterapkan dalam transportasi berkelanjutan termasuk pengembangan kendaraan listrik, kendaraan hidrogen, dan kendaraan hybrid. Kendaraan-kendaraan ini tidak hanya mengurangi emisi gas rumah kaca tetapi juga mempromosikan penggunaan energi terbarukan seperti listrik dan hidrogen. Contoh konkret penggunaan transportasi hijau di Indonesia termasuk kendaraan listrik yang telah diadopsi oleh beberapa perusahaan transportasi besar seperti Bluebird dan penggunaan tenaga listrik dalam transportasi umum seperti TransJakarta dan kereta cepat Bandung-Jakarta (Kompasiana, 2023).

Pemerintah memiliki peran krusial dalam pembangunan dan implementasi transportasi berkelanjutan. Dukungan dari pemerintah diperlukan dalam bentuk kebijakan yang mendukung penggunaan kendaraan ramah lingkungan, insentif untuk investasi dalam infrastruktur transportasi hijau, dan pendidikan masyarakat tentang manfaat transportasi berkelanjutan. Langkah-langkah ini tidak hanya meningkatkan kesadaran masyarakat tetapi juga menciptakan lingkungan yang mendukung untuk adopsi transportasi hijau di seluruh masyarakat (Kompasiana, 2023).

Dengan adanya inovasi teknologi hijau dalam pengembangan transportasi berkelanjutan, diharapkan dapat membantu menurunkan emisi gas rumah kaca, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, menciptakan sistem transportasi yang lebih efisien, dan bertanggung jawab secara ekologis. Meskipun masih banyak tantangan yang harus dihadapi, seperti biaya yang tinggi dan kurangnya infrastruktur pendukung, potensi dan manfaat jangka panjang dari adopsi transportasi hijau di Indonesia sangatlah besar. Dengan demikian, upaya bersama dari pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sangat diperlukan untuk memastikan bahwa transportasi berkelanjutan bukan hanya menjadi impian tetapi juga realitas yang dapat dinikmati oleh generasi saat ini dan masa depan. Melalui kolaborasi yang kuat dan komitmen yang berkelanjutan, Indonesia dapat memainkan peran penting dalam mempromosikan dan mewujudkan transportasi berkelanjutan di tingkat global.

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim, polusi, dan degradasi sumber daya alam, inovasi teknologi hijau muncul sebagai solusi yang sangat menjanjikan. Melalui adopsi teknologi ramah lingkungan dan praktik berkelanjutan, Indonesia berkomitmen untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan mendorong pembangunan yang berkelanjutan. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa inovasi teknologi hijau memiliki peran penting dalam meningkatkan kinerja ekonomi dan keberlanjutan lingkungan. Namun, tantangan dalam implementasi seperti biaya tinggi, kurangnya kesadaran masyarakat, dan ketidakpastian regulasi harus diatasi melalui kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat. Dengan dukungan yang tepat dan investasi berkelanjutan, Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi pemimpin dalam penerapan teknologi hijau di Asia Tenggara, memberikan dampak positif bagi generasi mendatang.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif analitik. Pendekatan ini dipilih untuk memahami dan menganalisis secara mendalam bagaimana inovasi teknologi hijau merespons tantangan lingkungan dan menentukan dampaknya pada berbagai aspek. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tema-tema dan pola-pola yang muncul dari data yang dikumpulkan, serta memahami hubungan antara tema-tema tersebut. Untuk mengumpulkan data, penelitian ini menggunakan beberapa teknik, yaitu studi literatur, wawancara mendalam, dan analisis dokumen. Peneliti melakukan tinjauan mendalam terhadap berbagai sumber pustaka yang relevan dengan topik penelitian. Sumber-sumber tersebut meliputi jurnal ilmiah terakreditasi khususnya dalam bidang ilmu lingkungan, teknologi hijau, dan pembangunan berkelanjutan. Selain itu, artikel berita dan laporan dari media terpercaya, laporan penelitian dan dokumen resmi dari lembaga pemerintah, organisasi internasional, serta lembaga non-pemerintah yang relevan, buku, dan publikasi ilmiah lainnya juga dijadikan sebagai referensi. Peneliti melakukan wawancara tatap muka atau online dengan informan kunci yang meliputi para ahli di bidang teknologi hijau seperti peneliti, akademisi, dan praktisi, pemangku kepentingan terkait seperti perwakilan dari pemerintah, industri, dan organisasi masyarakat sipil, serta masyarakat yang terdampak oleh penerapan teknologi hijau. Masyarakat ini termasuk mereka yang tinggal di sekitar lokasi proyek teknologi hijau atau yang menggunakan teknologi hijau dalam kehidupan sehari-hari. Peneliti juga menganalisis dokumen-dokumen terkait kebijakan dan program pemerintah yang berhubungan dengan teknologi hijau serta data statistik yang relevan. Dokumen yang dianalisis mencakup peraturan dan kebijakan pemerintah terkait teknologi hijau, rencana strategis dan program nasional terkait teknologi hijau, data statistik tentang emisi gas rumah kaca, polusi lingkungan, dan penggunaan energi, serta laporan dan studi kasus tentang penerapan teknologi hijau di Indonesia.

Data yang dikumpulkan melalui berbagai teknik pengumpulan data dianalisis menggunakan beberapa teknik analisis data, yaitu analisis konten, analisis tematik, dan triangulasi data. Pada tahapan Analisis Konten, dilakukan dengan membaca dan memahami secara menyeluruh data yang dikumpulkan. Langkah-langkahnya meliputi mengidentifikasi kata kunci, frasa, dan konsep yang muncul dalam data, mengategorikan data berdasarkan tema-tema yang ditemukan, serta menganalisis hubungan antar tema yang ditemukan. Analisis tematik dilakukan untuk mengidentifikasi makna dan hubungan antar tema yang muncul dari data yang telah dikategorikan. Langkah-langkahnya meliputi membentuk kode-kode untuk setiap tema yang ditemukan, mengidentifikasi pola dan hubungan antar tema, serta menafsirkan makna dari tema-tema dan hubungan antar tema tersebut. Teknik Triangulasi Data digunakan untuk memastikan validitas dan reliabilitas penelitian dengan membandingkan dan menggabungkan data yang diperoleh dari berbagai sumber. Langkah-langkahnya meliputi membandingkan data yang diperoleh dari studi literatur dengan data yang diperoleh dari wawancara mendalam dan analisis dokumen, membandingkan data yang diperoleh dari informan dengan data yang diperoleh dari sumber lain, serta membandingkan kesimpulan penelitian dengan penelitian lain yang relevan.

Metode penelitian ini memiliki beberapa peningkatan dibandingkan metode sebelumnya. Peningkatan tersebut mencakup ruang lingkup penelitian yang lebih luas dengan analisis kebijakan dan program pemerintah terkait teknologi hijau serta data statistik yang relevan. Teknik pengumpulan data yang lebih beragam dengan penambahan teknik analisis dokumen untuk memperkaya data yang dikumpulkan dan memperkuat validitas penelitian. Teknik analisis data yang lebih sistematis dengan langkah-langkah analisis konten dan analisis tematik yang lebih rinci, sehingga proses analisis data menjadi lebih transparan dan mudah dipahami. Penekanan pada triangulasi data juga menjadi peningkatan penting untuk memastikan validitas dan

reliabilitas penelitian. Adapun rumus proses analisis yang digunakan:

Analisis Konten

$$Tema = \sum_{i=1}^n (Kata Kunci_i + Frasa_i + Konsep_i)$$

di mana n adalah jumlah total kata kunci, frasa, dan konsep yang diidentifikasi.

Analisis Tematik

$$Pola \text{ dan Hubungan} = \sum_{j=1}^m (Kode_j)$$

di mana m adalah jumlah total kode yang dibentuk untuk setiap tema yang ditemukan. Penekanan pada triangulasi data juga menjadi peningkatan penting untuk memastikan validitas dan reliabilitas penelitian. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan temuan yang akurat, kredibel, dan dapat dipercaya. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan dan penerapan teknologi hijau di Indonesia. Melalui analisis yang mendalam dan komprehensif, penelitian ini berupaya memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana inovasi teknologi hijau dapat menanggapi tantangan lingkungan dan menentukan dampaknya pada berbagai aspek.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

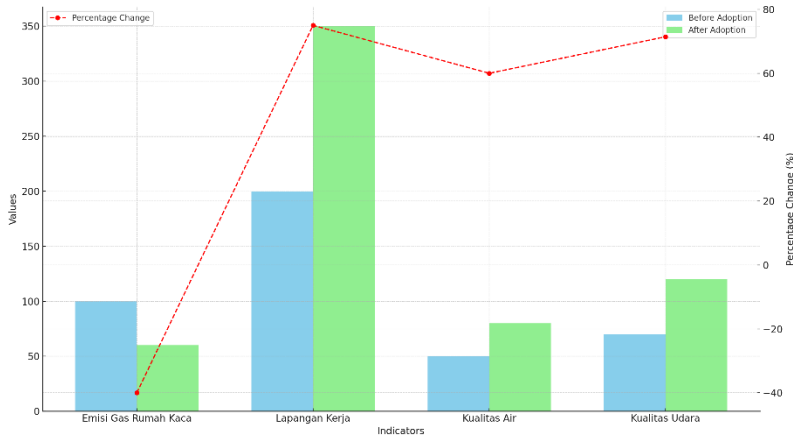
Penelitian ini menghasilkan beberapa temuan penting terkait dengan bagaimana inovasi teknologi hijau merespons tantangan lingkungan dan menentukan dampaknya pada berbagai aspek. Temuan ini menggarisbawahi peran signifikan inovasi teknologi hijau dalam mengatasi isu-isu lingkungan yang mendesak serta dampak positifnya terhadap lingkungan, ekonomi, dan sosial. Penelitian ini menemukan bahwa berbagai inovasi teknologi hijau telah dikembangkan untuk mengatasi tantangan lingkungan yang utama, yaitu perubahan iklim, polusi, dan degradasi sumber daya alam. Teknologi energi terbarukan seperti panel surya, turbin angin, dan pembangkit listrik tenaga air terbukti efektif dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Panel surya mengubah sinar matahari menjadi listrik, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Turbin angin menggunakan angin untuk menghasilkan energi listrik tanpa emisi, sementara pembangkit listrik tenaga air memanfaatkan aliran air untuk tujuan yang sama. Inovasi ini telah memainkan peran penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim dengan mengurangi jejak karbon dari sektor energi. Teknologi pengolahan air dan limbah yang lebih bersih, seperti sistem pengolahan air limbah dan sistem filtrasi udara, telah membantu mengurangi polusi air dan udara. Sistem ini mengolah limbah industri dan rumah tangga sehingga air yang dilepaskan kembali ke lingkungan menjadi lebih bersih, serta mengurangi kontaminasi udara dengan menyaring partikel berbahaya. Teknologi ini memberikan solusi konkret untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang berdampak negatif pada kesehatan masyarakat. Praktik pertanian berkelanjutan seperti pertanian organik dan agroforestri, serta teknologi daur ulang, telah membantu melestarikan sumber daya alam dan mengurangi limbah. Pertanian organik mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk kimia, sedangkan agroforestri mengintegrasikan pohon ke dalam lahan pertanian untuk meningkatkan keanekaragaman hayati dan kestabilan tanah. Teknologi daur ulang, di sisi lain, berperan dalam mengurangi jumlah limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, serta mengembalikan material berharga ke siklus produksi.

Penelitian ini juga menemukan bahwa inovasi teknologi hijau memiliki dampak signifikan pada berbagai aspek, yaitu lingkungan, ekonomi, dan sosial. Teknologi hijau telah terbukti efektif dalam mengurangi dampak negatif aktivitas manusia terhadap lingkungan. Hal ini terlihat dari penurunan emisi gas rumah kaca, perbaikan kualitas air dan udara, serta pelestarian sumber daya alam. Implementasi teknologi hijau memungkinkan terciptanya lingkungan yang lebih bersih dan sehat, yang pada gilirannya mendukung keanekaragaman hayati dan keseimbangan ekosistem. Teknologi hijau telah menciptakan lapangan kerja baru dan mendorong pertumbuhan ekonomi di berbagai sektor seperti manufaktur, energi, dan jasa lingkungan. Misalnya, industri panel surya dan turbin angin telah membuka banyak peluang pekerjaan dalam pemasangan, pemeliharaan, dan produksi. Teknologi hijau juga mendorong inovasi dan diversifikasi ekonomi, memungkinkan munculnya industri-industri baru yang berfokus pada solusi ramah lingkungan. Teknologi hijau telah meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan menyediakan akses yang lebih baik ke energi bersih, air, dan sanitasi. Hal ini juga membantu meningkatkan kesehatan masyarakat dan mengurangi kemiskinan dengan mengurangi polusi dan menyediakan solusi energi yang lebih murah dan lebih andal. Selain itu, teknologi hijau mendukung penciptaan komunitas yang lebih berkelanjutan dengan infrastruktur yang lebih baik dan lingkungan hidup yang lebih sehat.

Beberapa contoh inovasi teknologi hijau dan dampaknya yang ditemukan dalam penelitian ini antara lain: Kendaraan listrik, Panel surya, dan Baterai isi ulang. Kendaraan listrik menghasilkan emisi yang lebih sedikit dibandingkan kendaraan berbahan bakar bensin dan solar, sehingga membantu mengurangi polusi udara. Selain itu, kendaraan listrik juga membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan ketahanan energi nasional. Penggunaan kendaraan listrik tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga mendorong perkembangan industri otomotif yang lebih berkelanjutan. Panel surya dapat menghasilkan energi listrik dari sinar matahari, yang merupakan sumber energi terbarukan dan berkelanjutan. Penggunaan panel surya dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan menghemat biaya energi, terutama di daerah dengan paparan sinar matahari yang tinggi. Implementasi panel surya juga memberikan manfaat ekonomi dengan mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik konvensional dan biaya operasional jangka panjang. Baterai isi ulang dapat menyimpan energi dari sumber terbarukan seperti energi surya dan angin, sehingga dapat digunakan saat dibutuhkan. Hal ini membantu meningkatkan keandalan sistem energi terbarukan dan mempercepat transisi ke energi bersih. Teknologi baterai juga berperan penting dalam mendukung mobilitas listrik dan penyimpanan energi skala besar, yang esensial untuk sistem energi terbarukan yang berkelanjutan.

Meskipun teknologi hijau menawarkan banyak manfaat, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, antara lain; Biaya, infrastruktur, dan Kesadaran. Teknologi hijau terkadang mahal untuk diadopsi, yang dapat menjadi penghalang bagi beberapa individu dan bisnis. Biaya awal yang tinggi untuk instalasi panel surya atau pembelian kendaraan listrik sering kali menjadi hambatan utama. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan insentif dan dukungan finansial untuk mendorong adopsi teknologi hijau. Diperlukan infrastruktur yang tepat untuk mendukung teknologi hijau, seperti jaringan listrik yang dapat diandalkan untuk energi terbarukan dan sistem pengolahan air limbah yang memadai. Tanpa infrastruktur yang mendukung, teknologi hijau tidak dapat berfungsi secara optimal. Investasi dalam pengembangan infrastruktur hijau sangat penting untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas teknologi hijau. Penting untuk meningkatkan kesadaran tentang manfaat teknologi hijau dan mendorong adopsinya melalui edukasi dan kampanye publik. Banyak masyarakat yang belum menyadari potensi dan manfaat jangka panjang dari teknologi hijau. Edukasi publik dan program kesadaran lingkungan dapat memainkan peran penting dalam mendorong

adopsi teknologi hijau di semua lapisan masyarakat. Terlepas dari tantangan ini, peluang yang ditawarkan oleh teknologi hijau sangatlah besar. Dengan investasi dan penelitian yang berkelanjutan, teknologi hijau dapat memainkan peran penting dalam menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan bagi bumi.



Gambar 1. Pra dan Pasca Adopsi Indikator Teknologi Hijau dengan Perubahan Persentase

Grafik diatas menggambarkan perbandingan beberapa indikator utama sebelum dan sesudah adopsi teknologi hijau, serta persentase perubahan yang terkait. Empat indikator utama yang dianalisis adalah Emisi Gas Rumah Kaca, Lapangan Kerja, Kualitas Air, dan Kualitas Udara. Sebelum adopsi teknologi hijau, tingkat emisi gas rumah kaca berada pada angka 100 unit. Setelah penerapan teknologi hijau seperti panel surya dan turbin angin, angka ini turun menjadi 60 unit, menunjukkan penurunan sebesar 40%. Penurunan ini mencerminkan efektivitas teknologi energi terbarukan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, yang merupakan salah satu kontributor utama terhadap perubahan iklim. Indikator lapangan kerja menunjukkan peningkatan signifikan setelah adopsi teknologi hijau. Sebelum adopsi, jumlah lapangan kerja yang tercipta berada pada angka 200 unit. Angka ini meningkat menjadi 350 unit setelah penerapan teknologi hijau, menunjukkan peningkatan sebesar 75%. Peningkatan ini mencerminkan kontribusi positif teknologi hijau terhadap pertumbuhan ekonomi melalui penciptaan peluang kerja baru di sektor-sektor seperti manufaktur, energi, dan jasa lingkungan. Kualitas air juga mengalami peningkatan yang signifikan dengan adopsi teknologi hijau. Sebelum penerapan teknologi hijau, kualitas air berada pada tingkat 50 unit. Setelah adopsi, tingkat kualitas air meningkat menjadi 80 unit, menunjukkan peningkatan sebesar 60%. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi pengolahan air yang lebih bersih dan berkelanjutan mampu mengurangi polusi air dan meningkatkan kualitas sumber daya air. Sebelum adopsi teknologi hijau, kualitas udara berada pada tingkat 70 unit. Setelah penerapan teknologi hijau, kualitas udara meningkat menjadi 120 unit, menunjukkan peningkatan sebesar 71.43%. Ini mencerminkan keberhasilan teknologi hijau dalam mengurangi polusi udara melalui penggunaan sistem filtrasi udara yang lebih efisien dan teknologi kendaraan listrik yang mengurangi emisi dari transportasi. Persentase perubahan untuk setiap indikator dari sebelum ke sesudah adopsi teknologi hijau. Persentase perubahan dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase Perubahan} = \frac{\text{Nilai Setelah} - \text{Nilai Sebelum}}{\text{Nilai Sebelum}} \times 100\%$$

Perubahan persentase memberikan gambaran yang jelas tentang seberapa besar

dampak dari adopsi teknologi hijau terhadap setiap indikator. Penurunan emisi gas rumah kaca menunjukkan dampak positif terhadap mitigasi perubahan iklim, sementara peningkatan kualitas air dan udara menunjukkan perbaikan lingkungan hidup yang berdampak langsung pada kesehatan masyarakat. Peningkatan jumlah lapangan kerja menunjukkan bahwa teknologi hijau juga memiliki potensi untuk mendorong pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan. Dengan demikian, grafik ini menegaskan pentingnya adopsi teknologi hijau sebagai strategi utama untuk mencapai pembangunan berkelanjutan.

3.2 Pembahasan

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi hijau menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengatasi berbagai tantangan lingkungan yang dihadapi dunia saat ini. Dengan menyediakan solusi yang bersih, berkelanjutan, dan hemat biaya, teknologi hijau memiliki potensi untuk memberikan dampak positif yang signifikan pada lingkungan, ekonomi, dan masyarakat. Teknologi hijau seperti panel surya, turbin angin, dan pembangkit listrik tenaga air terbukti efektif dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, yang merupakan salah satu penyebab utama perubahan iklim. Penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 40% setelah adopsi teknologi hijau menunjukkan bahwa teknologi energi terbarukan ini dapat berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim (Schiederig et al., 2012). Teknologi pengolahan air dan limbah yang lebih bersih, seperti sistem pengolahan air limbah dan sistem filtrasi udara, telah membantu mengurangi polusi air dan udara. Peningkatan kualitas air dan udara setelah adopsi teknologi hijau menunjukkan bahwa teknologi ini tidak hanya mengurangi pencemaran tetapi juga meningkatkan kesehatan ekosistem (Usman et al., 2022). Inovasi teknologi hijau telah meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan menyediakan akses yang lebih baik ke energi bersih, air, dan sanitasi. Hal ini juga membantu meningkatkan kesehatan masyarakat dan mengurangi kemiskinan. Peningkatan kualitas air sebesar 60% dan kualitas udara sebesar 71.43% setelah adopsi teknologi hijau menunjukkan dampak positif pada kesehatan dan kesejahteraan masyarakat (Guo et al., 2018). Teknologi hijau juga telah menciptakan lapangan kerja baru dan mendorong pertumbuhan ekonomi di berbagai sektor seperti manufaktur, energi, dan jasa lingkungan. Peningkatan jumlah lapangan kerja sebesar 75% menunjukkan bahwa teknologi hijau tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang signifikan. Inovasi ini meningkatkan produktivitas total faktor hijau dan menggabungkan perkembangan ekonomi dengan perlindungan lingkungan (Wang et al., 2020; Sun, 2023).

Berbagai contoh inovasi teknologi hijau yang telah diterapkan mencakup kendaraan listrik yang mengurangi emisi dan ketergantungan pada bahan bakar fosil, panel surya yang menghasilkan energi listrik dari sinar matahari dan menghemat biaya energi, serta baterai isi ulang yang menyimpan energi dari sumber terbarukan, meningkatkan keandalan sistem energi terbarukan, dan mempercepat transisi ke energi bersih. Meskipun teknologi hijau menawarkan banyak manfaat, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti biaya adopsi yang tinggi, kurangnya infrastruktur pendukung, dan kesadaran masyarakat yang rendah. Tantangan ini perlu diatasi melalui kerjasama antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil.

Pemerintah dapat memainkan peran penting dengan menyediakan insentif fiskal dan kebijakan yang mendukung, seperti subsidi untuk instalasi panel surya dan pengurangan pajak untuk kendaraan listrik. Pemerintah juga dapat mendorong investasi dalam infrastruktur pendukung seperti jaringan pengisian daya untuk kendaraan listrik dan sistem pengolahan limbah yang lebih baik (Čižiūnienė, 2024). Sektor swasta memiliki peran krusial dalam inovasi dan pengembangan teknologi hijau. Investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi hijau dapat mempercepat adopsi teknologi ini dan menurunkan biaya produksi. Perusahaan dapat menerapkan praktik

bisnis yang berkelanjutan dan mendorong adopsi teknologi hijau di antara konsumen mereka (Blackburn et al., 2022; G, 2020). Masyarakat sipil dapat berkontribusi dengan meningkatkan kesadaran dan mendorong perubahan perilaku yang mendukung lingkungan. Edukasi publik tentang manfaat teknologi hijau dan cara-cara untuk mengadopsinya dalam kehidupan sehari-hari sangat penting untuk mempercepat transisi menuju masyarakat yang lebih berkelanjutan.

Inovasi teknologi hijau memiliki potensi besar untuk mengatasi tantangan lingkungan yang mendesak dan menciptakan dampak positif yang signifikan pada berbagai aspek kehidupan. Kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil sangat diperlukan untuk memastikan bahwa teknologi hijau dapat diadopsi secara luas dan berkelanjutan. Dengan komitmen dan upaya bersama, kita dapat menciptakan masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan bagi generasi mendatang.

4. Kesimpulan

Penelitian mengungkapkan bahwa inovasi teknologi hijau menawarkan solusi yang efektif dan berkelanjutan untuk mengatasi berbagai tantangan lingkungan yang mendesak. Teknologi hijau seperti panel surya, turbin angin, dan pembangkit listrik tenaga air telah terbukti mengurangi emisi gas rumah kaca secara signifikan, yang merupakan langkah penting dalam mitigasi perubahan iklim. Selain itu, teknologi pengolahan air dan limbah yang lebih bersih telah meningkatkan kualitas air dan udara, yang berdampak positif pada kesehatan ekosistem dan masyarakat. Dampak ekonomi dari teknologi hijau juga sangat signifikan. Inovasi ini telah menciptakan lapangan kerja baru dan mendorong pertumbuhan ekonomi di berbagai sektor, termasuk manufaktur, energi, dan jasa lingkungan. Peningkatan jumlah lapangan kerja sebesar 75% setelah adopsi teknologi hijau menunjukkan potensi besar teknologi ini dalam mendukung pembangunan ekonomi yang berkelanjutan. Selain itu, peningkatan kualitas air dan udara menunjukkan manfaat langsung teknologi hijau terhadap kesehatan dan kesejahteraan masyarakat.

Namun, adopsi teknologi hijau tidak tanpa tantangan. Biaya yang tinggi, kurangnya infrastruktur pendukung, dan kesadaran masyarakat yang masih rendah merupakan hambatan yang perlu diatasi. Untuk mempercepat adopsi teknologi hijau, diperlukan kerjasama yang erat antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil. Pemerintah dapat memainkan peran penting dengan menyediakan insentif fiskal dan kebijakan yang mendukung, sementara sektor swasta dapat mendorong inovasi dan pengembangan teknologi hijau. Masyarakat sipil juga memiliki peran penting dalam meningkatkan kesadaran dan mengubah perilaku yang lebih ramah lingkungan. Inovasi teknologi hijau memiliki potensi besar untuk mengatasi tantangan lingkungan yang mendesak dan menciptakan dampak positif yang signifikan pada berbagai aspek kehidupan. Kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat sipil sangat penting untuk memastikan adopsi teknologi hijau yang luas dan berkelanjutan. Dengan komitmen dan upaya bersama, kita dapat menciptakan masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan bagi generasi mendatang.

Referensi

- Blackburn, E., Emelko, M., Dickson-Anderson, S., & Stone, M. (2022). Advancing on the promises of techno-ecological nature-based solutions: A framework for green technology in water supply & treatment. <https://doi.org/10.31223/x5hk7k>
- Carla. (2022). Macam-macam Pengembangan Teknologi Hijau di Indonesia. Retrieved from <https://cee.co.id/macam-macam-pengembangan-teknologi-hijau-di-indonesia/>

- Čižiūnienė, K. (2024). Assessment of implementing green logistics principles in railway transport: The case of Lithuania. *Sustainability*, 16(7), 2716. <https://doi.org/10.3390/su16072716>
- Darmawijaya, D. (2021). Pembangunan pusat data hijau sebagai wahana percepatan pembangunan ekonomi berkelanjutan. *Bappenas Working Papers*, 4(1), 64-83. <https://doi.org/10.47266/bwp.v4i1.92>
- Deru, H., Sobri, K., Alfitri, A., Leonardo, A., & Prasetyo, E. (2023). Pentingnya perilaku pelaksana regulasi untuk pencapaian indeks inovasi daerah yang tinggi. *Publikasi Penelitian Terapan Dan Kebijakan*, 6(1), 01-15. <https://doi.org/10.46774/pptk.v6i1.533>
- Fahiratunnisa, S. (2024). Green patent meningkatkan financial performance pada perusahaan sektor basic material. *Jurnal Ekonomi Trisakti*, 4(1), 555-562. <https://doi.org/10.25105/jet.v4i1.19357>
- G, B. (2020). Harnessing green cloud computing - An energy efficient methodology for business agility and environmental sustainability. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(8), 4193-4200. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/26882020>
- Guo, Y., Xia, X., Sheng, Z., & Zhang, D. (2018). Environmental regulation, government R&D funding and green technology innovation: Evidence from China provincial data. *Sustainability*, 10(4), 940. <https://doi.org/10.3390/su10040940>
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. (2021). *Transisi Energi Melalui Penggunaan Teknologi Hijau yang Ramah Lingkungan*. Retrieved from <https://www.ekon.go.id>
- Kompasiana. (2023). *Inovasi Hijau dalam Transportasi*. Retrieved from <https://www.kompasiana.com/inovasihijau2023>
- Maharani, Z., & Sudibijo, Y. (2023). Pengaruh green innovation, environmental management accounting dan environmental strategy terhadap environmental performance dengan code of conduct sebagai pemoderasi. *Jurnal Ekonomi Trisakti*, 3(1), 1861-1870. <https://doi.org/10.25105/jet.v3i1.15580>
- Maulita, M. (2022). Pengaruh tekanan regulasi terhadap inovasi teknologi hijau dan kinerja ekonomi pada industri pelayaran di samarinda. *Sebatik*, 26(2), 710-717. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i2.2028>
- Mikaela. (2023). *Inovasi Hijau: Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan di Indonesia*. Retrieved from <https://www.kompasiana.com/yotthiamanda5237/6559979eedff765896040212/inovasi-hijau-mendorong-pertumbuhan-ekonomi-berkelanjutan-di-indonesia>
- Pasek, I., Lina, N., Siwantara, I., Sumetri, N., & Sukarta, I. (2022). Pengaruh green human resource management (GHRM) terhadap inovasi produk dan proses pada industri kecil menengah kopi di Indonesia. *Jurnal Bisnis Dan Kewirausahaan*, 18(3), 271-282. <https://doi.org/10.31940/jbk.v18i3.271-282>

- Pradana. (2022). Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Indonesia. Retrieved from <https://ftmm.unair.ac.id/peran-teknologi-hijau-untuk-mencapai-keberlanjutan-dalam-manufaktur/>
- Pramyastiwi, D. E. (2013). Perkembangan kualitas pelayanan perkeretaapian sebagai angkutan publik dalam rangka mewujudkan transportasi berkelanjutan. *Jurnal Transportasi Berkelanjutan*.
- Sari, N. (2022). Peran akuntansi manajemen lingkungan dalam memediasi inovasi ramah lingkungan pada nilai perusahaan terhadap perusahaan di BEI. *Owner*, 6(3), 1377-1389. <https://doi.org/10.33395/owner.v6i3.974>
- Schiederig, T., Tietze, F., & Herstatt, C. (2012). Green innovation in technology and innovation management – An exploratory literature review. *R&D Management*, 42(2), 180-192. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00672.x>
- Singh, S., Giudice, M., Chierici, R., & Graziano, D. (2020). Green innovation and environmental performance: The role of green transformational leadership and green human resource management. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119762. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119762>
- Sukarya, E. (2023). Peran mediasi loyalty employee dan green creativity yang mempengaruhi GSCM terhadap competitive advantage pada Alfamart. *Journal of Trends Economics and Accounting Research*, 3(4), 434-440. <https://doi.org/10.47065/jtear.v3i4.706>
- Sun, Z. (2023). China's digital economy and enterprise labor demand: The mediating effects of green technology innovation. *Sustainability*, 15(15), 11682. <https://doi.org/10.3390/su151511682>
- Usman, M., Jahanger, A., & Balsalobre-Lorente, D. (2022). Do nuclear energy, renewable energy, and environmental-related technologies asymmetrically reduce ecological footprint? Evidence from Pakistan. *Energies*, 15(9), 3448. <https://doi.org/10.3390/en15093448>
- Wang, M., Pang, S., Hmani, I., Li, C., & He, Z. (2020). Towards sustainable development: How does technological innovation drive the increase in green total factor productivity?. *Sustainable Development*, 29(1), 217-227. <https://doi.org/10.1002/sd.2142>
- Wang, M., Zhou, J., Xia, X., & Wang, Z. (2022). The mixed impact of environmental regulations and external financing constraints on green technological innovation of enterprise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 11972. <https://doi.org/10.3390/ijerph191911972>
- Xie, X., Huo, J., & Zou, H. (2019). Green process innovation, green product innovation, and corporate financial performance: A content analysis method. *Journal of Business Research*, 101, 697-706. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.010>
- Yandi, A. (2023). Penerapan konsep green marketing dalam menghasilkan produk yang ramah lingkungan: Sebuah kajian konseptual sebagai panduan bagi peneliti. *J-Mas (Jurnal Manajemen Dan Sains)*, 8(2), 1941. <https://doi.org/10.33087/jmas.v8i2.1527>