



## Pengembangan Eco-Design Produk Baru: Suatu Studi Eksperimen

Sahya Marlita<sup>1\*</sup>, Dyah Ekaari Sekar Jatningsih<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Corresponding email: [sekar@umy.ac.id](mailto:sekar@umy.ac.id); [dyah.ekaarisekar@gmail.com](mailto:dyah.ekaarisekar@gmail.com)

### Abstract

*This study examines the influence of material selection, cost information, and designer experience on the development of new eco-design products. An experimental approach was employed involving 141 accounting students who assume the role of professional designers. Participants were tasked with developing eco-friendly dollhouse prototypes using LEGO blocks in a laboratory experiment. The results of this study show that material selection and designer experience significantly impact the success of eco-design products, while cost information does not serve as a primary influencing factor. The implications of this research provide insights for companies to focus more on designer training and the selection of environmentally friendly materials to enhance product competitiveness in the market.*

**Keywords:** *Eco-Design, Product Development, Material Selection, Cost Information, Designer Experience.*

### Abstrak

Penelitian ini menguji pengaruh pemilihan bahan, informasi biaya, dan pengalaman desainer terhadap pengembangan produk baru berbasis *eco-design* dengan menggunakan studi eksperimental yang melibatkan 141 mahasiswa akuntansi sebagai partisipan yang diberi tugas mengembangkan *prototype* mainan rumah boneka menggunakan blok LEGO. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan bahan dan pengalaman desainer berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan produk *eco-design*, sementara informasi biaya tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Perusahaan perlu memberi perhatian yang serius terhadap pengembangan kemampuan desainer dan seleksi material yang berkelanjutan sebagai elemen kunci dalam strategi desain. Hasil penelitian ini memberikan wawasan bagi perusahaan untuk lebih fokus pada pelatihan desainer dan pemilihan bahan yang ramah lingkungan guna meningkatkan daya saing produk di pasar.

**Kata Kunci:** *Desain Ramah Lingkungan, Informasi Biaya, Pengembangan Produk, Pemilihan Bahan, Pengalaman Desainer.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan desain ramah lingkungan di Indonesia semakin pesat, didorong oleh berbagai faktor seperti regulasi pemerintah, meningkatnya permintaan pasar, dan kesadaran akan pentingnya keberlanjutan (Sumarno et al., 2015; Buana et al., 2024). Keberlanjutan menjadi fokus utama bagi perusahaan akibat tekanan regulasi, tuntutan investor, dan perubahan preferensi konsumen. Regulasi seperti *European Green Deal* serta kebijakan *Environmental*,

*Social, and Governance* (ESG) mendorong perusahaan untuk mengadopsi praktik bisnis yang lebih ramah lingkungan (Rezaee, 2017). Lebih dari 80% investor mempertimbangkan faktor ESG dalam keputusan investasi (PWC, 2021). Sementara 70% konsumen bersedia membayar lebih untuk produk berkelanjutan (Nielsen, 2021).

Memenuhi permintaan konsumen terkait kesadaran lingkungan, memerlukan pengembangan produk baru yang berfokus pada *eco-design* atau desain ramah lingkungan (Delaney dan Liu, 2023). Ahmad et al. (2018) menyatakan bahwa *eco-design* tidak hanya bertujuan untuk mengurangi dampak buruk pada lingkungan, tetapi dapat mengurangi emisi karbon, limbah, dan konsumsi sumber daya, sekaligus meningkatkan efisiensi produksi. Selain itu, *eco-design* juga mendorong inovasi dalam pengembangan produk yang lebih berkelanjutan, sejalan dengan meningkatnya preferensi konsumen terhadap produk yang lebih ramah lingkungan (Go et al., 2015). Dengan demikian, keberlanjutan tidak hanya menjadi tuntutan regulasi tetapi juga peluang strategis bagi perusahaan untuk menentukan bahan yang ramah lingkungan.

Pemilihan bahan berkelanjutan menjadi kunci dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Rudianto et al., 2024). *United Nations Environment Programme* (2023) melaporkan bahwa substitusi bahan konvensional dengan bioplastik, material daur ulang, dan bahan berbasis alami dapat menekan jejak karbon serta memperpanjang siklus hidup produk. Selain itu, pemilihan bahan dengan emisi rendah dan tingkat daur ulang tinggi dapat mengurangi limbah industri hingga 30% (Ranjan et al., 2021). Dalam penelitiannya Singhal et al. (2024) menunjukkan bahwa pemilihan bahan yang berkelanjutan berpotensi mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan secara signifikan. Namun, produsen harus mempertimbangkan biaya secara cermat agar produk tetap kompetitif (Delaney dan Liu, 2023).

Bahan baku ramah lingkungan umumnya membutuhkan investasi awal yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan konvensional (Wilana et al., 2024). Kondisi ini menjadikan informasi biaya sebagai faktor penting dalam memastikan keberlanjutan penerapan desain ramah lingkungan dalam pengembangan produk baru (Guo, 2021). Dalam proses pengembangan produk, aspek biaya menjadi salah satu pertimbangan utama, terutama karena adanya keterkaitan antara informasi biaya dan total biaya produksi (Nurjanah dan Jatningsih, 2023). Salah satu tantangan utama yang dihadapi adalah besarnya investasi awal yang diperlukan, terutama dalam penelitian dan pengembangan material berkelanjutan, yang dapat menjadi beban bagi perusahaan (Ahmad et al., 2018). Jatningsih (2021) menyatakan bahwa informasi biaya berperan penting dalam pengembangan produk baru, khususnya dalam memengaruhi proses kinerja produk. Pemanfaatan informasi biaya tidak hanya memungkinkan optimalisasi alokasi sumber daya, tetapi juga mendorong penerapan strategi yang lebih efisien dan berkelanjutan (Delaney dan Liu, 2023).

Proses pengembangan produk baru tidak hanya berfokus pada perhitungan biaya, tetapi juga memerlukan pemahaman yang mendalam mengenai prinsip keberlanjutan serta dampaknya terhadap lingkungan (Surya et al., 2023). Pengalaman desain memungkinkan peningkatan pemahaman dan kemampuan dalam pengembangan produk yang ramah lingkungan (Hermawan et al., 2023). Dengan pengalaman yang memadai, desainer dapat lebih optimal dalam mengelola kompleksitas pengembangan produk serta merancang desain yang seimbang antara dampak lingkungan dan biaya produksi (Reddy et al., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Cloyd (1997) dan Libby (1995) menunjukkan bahwa pengalaman berpengaruh terhadap kualitas *judgment* dan pengambilan keputusan, termasuk dalam pengembangan produk baru. Pemahaman yang baik terhadap tantangan teknis selama proses pengembangan memungkinkan desainer untuk mengatasi berbagai kendala serta mengidentifikasi dan menerapkan praktik terbaik yang berfokus pada keberlanjutan (She dan Macdonald, 2018). Dengan kemampuan ini, desainer berpengalaman dapat secara holistik mengintegrasikan aspek keberlanjutan dalam setiap keputusan desain, sehingga menghasilkan produk yang tidak hanya efisien secara ekonomi tetapi juga lebih ramah lingkungan.

Pemilihan bahan, informasi biaya, dan pengalaman desainer merupakan tiga faktor yang saling berkaitan dalam pengembangan produk baru berbasis *eco-design* (Giannetti et al., 2020). Pemilihan bahan yang tepat dalam menciptakan produk ramah lingkungan dengan inovasi dalam penggunaan material dapat mengurangi dampak lingkungan tanpa menyebabkan meningkatkan biaya produksi yang signifikan (Haryono et al., 2022). Keputusan dalam pemilihan bahan dipengaruhi oleh ketersediaan informasi biaya yang akurat, karena informasi tersebut membantu menyeimbangkan aspek keberlanjutan dan efisiensi ekonomi guna menentukan strategi desain yang optimal (Olivetti dan Cullen, 2018). Selain itu, pengalaman desainer memiliki peran penting dalam menghadapi tantangan *eco-design*, karena desainer yang berpengalaman lebih mampu mengidentifikasi solusi inovatif serta mengoptimalkan pemilihan material dan pengelolaan biaya produksi (Kwok dan Grondzik., 2018). Dengan demikian, integrasi ketiga aspek ini sangat diperlukan untuk memastikan keberhasilan pengembangan produk baru yang tidak hanya inovatif dan efisien, tetapi juga berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana informasi biaya, pemilihan bahan berkelanjutan, dan pengalaman desain dapat diintegrasikan dalam pengembangan produk berbasis *eco-design*. Secara khusus, penelitian ini membahas pengaruh informasi biaya pada kriteria pemilihan bahan yang optimal, serta peran pengalaman desainer dalam menciptakan produk berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi perusahaan dalam mengembangkan strategi desain yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga efisien secara ekonomi dan kompetitif di pasar.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi transparansi biaya, pemilihan bahan berkelanjutan, dan pengalaman desain dalam satu kerangka konseptual yang komprehensif. Berbeda dari studi sebelumnya yang meneliti aspek ini secara terpisah, penelitian ini menyoroti keterkaitannya sebagai faktor utama keberhasilan *eco-design* (Delaney dan Liu, 2023). Tantangan biaya dalam *eco-design* telah dibahas, tetapi analisis tentang pengaruh informasi biaya terhadap keputusan desain dan pemilihan material masih terbatas (Ahmad et al., 2018). Selain itu, kriteria pemilihan bahan berkelanjutan belum dikaji secara spesifik (Ceschin dan Gaziulusoy, 2016), dan pengalaman desain dalam menerapkan *eco-design* masih belum optimal. Pemilihan material yang dapat didaur ulang atau memiliki jejak karbon rendah tidak hanya mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga meningkatkan daya saing produk (Suryahanjaya et al., (2024). Namun, keseimbangan antara keberlanjutan dan profitabilitas tetap menjadi tantangan utama bagi perusahaan (Guldmann et al., 2019). Oleh karena itu, pemahaman yang lebih dalam tentang transparansi biaya dalam optimalisasi pemilihan bahan dan strategi desain menjadi penting guna meningkatkan daya saing dan profitabilitas produk berkelanjutan.

## 2. TINJAUAN LITERATUR DAN PERUMUSAN HIPOTESIS

Penelitian ini menerapkan pendekatan kontinjensi dalam pengembangan produk baru, sesuai dengan konsep teori kontinjensi kepemimpinan yang diperkenalkan oleh Fiedler (1967) maupun penelitian seminal Burns and Stalker (1994) dan Lawrence and Lorsch (1967), yang menyatakan bahwa efektivitas keputusan pemimpin bergantung pada kesesuaian faktor situasional dan bahwa organisasi akan berinteraksi dengan berbagai faktor di lingkungannya. Dalam konteks pengembangan produk, keputusan pemilihan bahan yang sesuai dan penggunaan informasi yang tepat akan mendasari keefektifan desain produk baru yang ramah lingkungan. Menurut Otley (1980) teori kontinjensi dapat diterapkan untuk menganalisis desain dan sistem akuntansi manajemen, sehingga menyediakan informasi yang berguna bagi berbagai tujuan perusahaan. Yusuf et al. (2023) menggunakan teori kontinjensi dalam menjelaskan inovasi berkelanjutan yang sesuai dengan konteks pengembangan produk baru *eco-design*. Dari perspektif teori kontinjensi pula, Katsikeas et al. (2016) memberikan model untuk meningkatkan keefektifan pengembangan produk yang *eco-friendly* dengan faktor *contingent* yaitu input organisasi serta strategi pengembangan produknya. Adanya teori kontinjensi dapat membantu perusahaan menentukan apa yang paling efektif dalam pengembangan produk baru *eco-design*, termasuk dalam mengoptimalkan atau menyesuaikan penggunaan informasi biaya yang spesifik atau relatif, dari input bahan baku ramah lingkungan yang dipakai sesuai kebutuhan.

Pemilihan bahan dalam konteks *eco-design* merupakan proses yang penting, melibatkan penilaian berbagai alternatif bahan dengan mempertimbangkan dampak lingkungan, biaya, dan kinerja produk (Delaney dan Liu, 2023). Dengan mengimplementasikan teori kontinjensi yang diperkenalkan Fiedler (1967) maupun Burns dan Stalker (1964) serta Lawrence dan Lorsch (1967) bisa disimpulkan bahwa tidak ada satu cara terbaik untuk mencapai kinerja organisasi karena akan tergantung pada faktor situasional dan lingkungan. Dalam pemilihan bahan, teori ini digunakan untuk menyesuaikan strategi desain dengan kondisi pasar, regulasi, dan biaya, sehingga produk yang dihasilkan lebih berkelanjutan dan kompetitif. Perusahaan dapat mengevaluasi berbagai pilihan bahan dan menentukan yang sesuai untuk mencapai tujuan *eco-design*.

Thompson (1999) menjelaskan bahawa strategi *eco-design* meliputi beberapa aspek penting, seperti mengelola atau melakukan manajemen bahan, pengurangan penggunaan bahan, daur ulang bahan, memperpanjang umur layanan produk, dan pengelolaan pemanfaatan energi. Penelitian Muttaqin dan Al Ghofari (2016) menunjukkan bahwa konsep *eco-design* diterapkan untuk meminimalkan penggunaan bahan dan memilih bahan dasar yang ekonomis serta ramah lingkungan. Pemilihan bahan dalam proses pengembangan produk dilakukan dengan memperhatikan cara-cara untuk meningkatkan manfaat keberlanjutan lingkungan (Delaney dan Liu, 2023). Dengan mempertimbangkan pilihan material yang lebih ramah lingkungan, perusahaan dapat memilih berbagai bahan yang tidak hanya *cost-effective*, tetapi juga mendukung keberlanjutan. Ini memungkinkan terciptanya keseimbangan antara inovasi produk, pengendalian biaya, dan pengurangan dampak lingkungan dan sejalan dengan tujuan keberlanjutan dalam desain produk (Eddy et al., 2015).

Berdasarkan diskusi diatas, hubungan pemilihan bahan dan *eco-design* dapat dinyatakan sebagai berikut:

**H1: Pemilihan bahan berpengaruh terhadap pengembangan produk baru *eco-design*.**

Dalam konteks pengembangan produk baru, khususnya yang mengadopsi prinsip *eco-design*, informasi biaya yang akurat dan transparan memiliki peranan yang sangat penting. Dengan adanya informasi biaya yang relevan, desainer dan manajer dapat membuat keputusan yang lebih tepat dan strategis dalam merancang produk yang efisien dan berkelanjutan (Jatiningsih dan Sholihin, 2015). Teori kontinjensi menegaskan bahwa efektivitas penggunaan informasi biaya dipengaruhi oleh faktor-faktor internal dan eksternal yang spesifik, termasuk kompleksitas tugas dan lingkungan operasional organisasi (Burns dan Stalker, 1994). Penelitian dari Citrin, Lee, dan McCullough (2007) menunjukkan bahwa organisasi yang sukses sering kali memanfaatkan informasi biaya untuk mendorong inovasi dalam pengembangan produk baru, serta merespons tantangan lingkungan secara lebih efektif. Hal ini mendukung pencapaian tujuan *eco-design*, dimana aspek keberlanjutan menjadi fokus utama (Wardani dan Jatiningsih, 2024). Selain itu, penerapan informasi biaya yang komprehensif dalam proses desain produk terbukti meningkatkan kemampuan organisasi untuk mencapai efisiensi dan keberlanjutan. Oleh karena itu, akses yang lebih baik terhadap informasi biaya yang akurat akan secara positif mempengaruhi efektivitas dan efisiensi dalam pengembangan produk baru berbasis *eco-design*, terutama dalam konteks kompleksitas dan dinamika lingkungan operasional yang dihadapi perusahaan. Dengan demikian, hipotesis yang dapat diajukan adalah:

**H2: Informasi biaya berpengaruh terhadap pengembangan produk baru *eco-design*.**

Teori kontinjensi mengemukakan bahwa efektivitas suatu strategi bergantung pada konteks dan variabel spesifik, seperti pengalaman dan pelatihan yang dimiliki desainer dalam industri tertentu (Hadi dan Hanurawan, 2018). Dalam konteks ini, hipotesis yang dapat dikembangkan adalah bahwa pengalaman desainer yang lebih tinggi berhubungan positif dengan kemampuan mereka dalam menerapkan prinsip-prinsip desain berkelanjutan dan menghasilkan produk yang lebih ramah lingkungan. Penelitian menunjukkan bahwa desainer berpengalaman lebih mampu mengidentifikasi dan memilih material yang berkelanjutan dan proses produksi yang efisien, sehingga berkontribusi pada pengurangan limbah dan konsumsi energi (Lockton et al., 2013; Gumulya, 2023). Selanjutnya, penelitian oleh (Cross, 2004; She dan MacDonald, 2018) menunjukkan bahwa pengalaman diperoleh melalui praktik dapat membantu desainer dalam mengelola kompleksitas keputusan yang terkait dengan pilihan lingkungan. Dengan demikian, peningkatan kemampuan desainer dalam menerapkan *eco-design* tidak hanya mendukung keberlanjutan, tetapi juga meningkatkan nilai produk akhir dan memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan (Reddy et al., 2023). Bukti dari penelitian-penelitian ini menegaskan bahwa pengalaman desainer berperan penting dalam memfasilitasi proses inovasi yang berorientasi pada keberlanjutan. Oleh karena itu, peneliti mengajukan hipotesis berikut:

**H3: Pengalaman Desainer berpengaruh terhadap pengembangan produk baru *eco-design*.**

Studi empiris menunjukkan bahwa informasi biaya saja mungkin tidak cukup untuk mendorong inovasi berkelanjutan seperti pada pengembangan produk *eco-design*; kombinasi antara informasi biaya dan pemilihan material dengan kandungan merusak lingkungan berkadar rendah akan memperkuat kesiapan desainer dalam mengadopsi pendekatan berkelanjutan (Pujari, 2006). Keberadaan *low material selection* dapat meningkatkan dampak

informasi biaya yang lebih spesifik dengan memberikan desainer sumber daya serta informasi yang cukup untuk mewujudkan produk baru ramah lingkungan. Secara teoretis, memberikan desainer informasi yang tepat, dikombinasikan dengan dukungan organisasi terhadap inovasi berkelanjutan, akan memungkinkan mereka untuk menyelaraskan keputusan mereka dengan tujuan keberlanjutan organisasi (Eisenhardt, 1989). Oleh karena itu, peneliti mengajukan hipotesis berikut:

**H4: Pengembangan produk baru *eco-design* lebih optimal pada *low material selection* dan menggunakan informasi biaya spesifik.**

Informasi biaya yang lebih spesifik dapat memfasilitasi desainer berpengalaman untuk membuat keputusan yang lebih baik mengenai material dan proses ramah lingkungan. Pemahaman yang didapatkan desainer tentang biaya material yang dipakai dan desain yang dikembangkan memungkinkan desainer mengoptimalkan keberlanjutan tanpa melampaui batas anggaran. Desainer berpengalaman juga menjadi lebih baik dalam memilih opsi *eco-design* ketika informasi biaya lebih jelas, karena mereka dapat memanfaatkan pengetahuan yang telah mereka kumpulkan untuk memahami dampak biaya secara menyeluruh. Penelitian sebelumnya mendukung gagasan bahwa ketepatan informasi biaya sangat bermanfaat bagi desainer berpengalaman, karena dengan pemahaman yang jelas tentang keterbatasan finansial, mereka dapat mengintegrasikan praktik berkelanjutan secara lebih efektif (Calantone et al., 2002). Dengan demikian diharapkan bahwa biaya spesifik akan lebih meningkatkan pengembangan produk baru *eco-design* di kalangan desainer berpengalaman dibandingkan dengan desainer yang kurang berpengalaman. Oleh karena itu, peneliti mengajukan hipotesis berikut:

**H5: Pengembangan produk baru *eco-design* lebih optimal pada penggunaan informasi biaya spesifik dan oleh individu dengan pengalaman desain.**

Dengan merujuk pada teori kontinjensi, informasi biaya, *material selection*, dan pengalaman desainer juga dapat memiliki efek interaksi. Teori kontinjensi menegaskan bahwa efektivitas penggunaan informasi biaya dipengaruhi oleh faktor-faktor internal dan eksternal yang spesifik (Burns dan Stalker, 1994). Dalam konteks pengembangan produk baru *eco-design*, faktor-faktor yang saling berinteraksi dapat memengaruhi perspektif dan proses pengambilan keputusan desainer, yang pada akhirnya membentuk pendekatan mereka terhadap inisiatif ramah lingkungan. Pengaruh gabungan antara informasi biaya lebih spesifik (Jatiningsih dan Sholihin, 2015; Wardani dan Jatiningsih, 2024), pengalaman desainer (Gumulya, 2023), dan pemilihan material yang tepat (Delaney dan Liu, 2023) dapat menciptakan lingkungan yang optimal untuk *eco-design*, karena ketiga faktor tersebut mendukung inovasi ramah lingkungan (Pujari, 2006). Studi menunjukkan bahwa desainer berpengalaman dengan kesadaran lingkungan yang tinggi (Gumulya, 2023) serta kemampuan dalam memilih material yang tepat cenderung merespons secara lebih positif terhadap kondisi yang mendukung produk baru *eco-design*. Berdasarkan argumen ini, hipotesis yang diajukan sebagai berikut:

**H6; Pengembangan produk baru dengan tingkat *eco-design* paling optimal diperoleh dari *low material selection*, penggunaan informasi biaya spesifik dan oleh individu dengan pengalaman desain.**

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **Sampel**

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif yang berasal dari data primer, dengan metode eksperimen sebagai pendekatannya. Sebanyak 141 orang Mahasiswa Program Studi Akuntansi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dilibatkan sebagai partisipan, menggantikan peran desainer profesional dalam penelitian ini. Mahasiswa tersebut telah menempuh mata kuliah akuntansi manajemen dan akuntansi biaya, sehingga memiliki pengetahuan yang relevan. Mahasiswa dipilih sebagai objek penelitian karena dianggap sebagai partisipan non-profesional yang dapat merepresentasikan variabel secara nyata, selama tugas yang diberikan sesuai dengan tingkat wawasan dan kemampuan mereka (Elliott et al., 2007).

#### **Pengukuran Variabel**

Penelitian ini mengukur pengaruh Informasi Biaya, Pengalaman Desainer, dan Pemilihan Bahan terhadap Pengembangan Produk Baru *Eco-Design* dengan menggunakan instrumen yang telah dikembangkan sebelumnya. Pengukuran Informasi Biaya dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan instrumen yang dikembangkan oleh Booker et al. (2007). Pengukuran Pemilihan Bahan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu terdapat pilihan intensitas pilihan material tinggi (*high material selection*) dan intensitas material rendah (*low material selection*). Pemilihan bahan dalam pengembangan produk *eco-design* berfokus pada manfaat keberlanjutan lingkungan, dengan mengevaluasi dampak lingkungan, efisiensi energi, serta kemampuan bahan untuk didaur ulang atau mengurangi emisi karbon. Informasi biaya dimanipulasi menjadi dua kategori, yaitu spesifik dan relatif. Informasi biaya spesifik memberikan nilai nominal yang jelas dan terukur, sehingga partisipan dapat dengan mudah memahami besaran biaya yang terkait. Sementara itu, informasi biaya relatif disajikan dalam bentuk perbandingan kualitatif, di mana biaya yang dimaksud tidak diberi angka pasti, melainkan hanya perbandingan dengan alternatif biaya lainnya, sehingga lebih bersifat subjektif dan interpretatif (Booker et al., 2007).

Pengukuran Pengalaman Desainer dilakukan dengan menilai lamanya waktu kerja, jumlah proyek yang telah diselesaikan, serta tingkat keterlibatan dalam pengembangan produk berbasis *eco-design*. Selain itu, aspek lain seperti tingkat pendidikan, pelatihan khusus, dan kemampuan desainer dalam mengintegrasikan prinsip keberlanjutan ke dalam desain juga menjadi indikator penting. Data ini dapat diperoleh melalui survei terkait pengalaman desainer dalam penugasan eksperimen. Dalam instrumen eksperimen yang dibagikan, terdapat pertanyaan untuk mengambil data demografis partisipan berupa pengalaman, pendidikan atau pelatihan yang terkait dengan bidang desain. Kategorisasi kemudian dilakukan untuk memasukkan ke dalam grup desainer memiliki pengalaman dan tidak memiliki pengalaman. Pengembangan Produk Baru *Eco-Design* sebagai variabel dependen diukur berdasarkan sejauh mana desain ramah lingkungan diterapkan dalam produk, seperti penggunaan material berkelanjutan dan pengurangan limbah, sebagaimana dijelaskan oleh Jatningsih, (2021). Pengukuran dilakukan berdasarkan total aspek *eco-design* rumah boneka yang dihasilkan partisipan dalam tugas eksperimen. Jumlah blok material yang digunakan yang merupakan gabungan *cost-effectiveness* dan kandungan ramah lingkungan dikalkulasi di akhir penugasan eksperimen laboratorium, sehingga rerata *eco-design* tiap grup eksperimen didapatkan peneliti.

Semakin rendah angka rerata menunjukkan semakin tingginya *eco-design* karena makin *cost-effective* dan makin ramah terhadap lingkungan dengan kandungan plastik yang makin rendah.

**Model Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang membentuk desain *factorial 2x2x2 between subject* yang bertujuan untuk menguji pengaruh informasi biaya, pengalaman desainer dan pemilihan bahan terhadap pengembangan produk baru *eco-design* seperti yang disajikan pada Tabel 1. Hardani et al. (2020) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa metode eksperimen adalah cara paling efektif untuk menguji hipotesis sebab-akibat dan memastikan validitas internal. Metode ini memungkinkan pengujian beberapa hipotesis sekaligus, tanpa perlu melakukan eksperimen terpisah untuk setiap pertanyaan. Montgomery (2017) menambahkan bahwa eksperimen menghasilkan hasil yang lebih akurat dan dapat diulang karena desainnya yang terkontrol dan sistematis. Salah satu metode statistik dasar yang umum digunakan untuk menguji hipotesis adalah analisis varians (Jatiningsih, 2021).

**Tabel 1. Desain Eksperimental**

Informasi biaya	Pengalaman Desain			
	Ada		Tidak	
	<i>High Material Selection</i>	<i>Low Material Selection</i>	<i>High Material Selection</i>	<i>Low Material Selection</i>
Spesifik	Sel 1	Sel 3	Sel 5	Sel 7
Relatif	Sel 2	Sel 4	Sel 6	Sel 8

Dalam matriks penelitian tersebut, partisipan akan diberikan berbagai jenis tugas. Sel 1 mencakup partisipan dengan orientasi *high material selection* dengan adanya pengalaman desain dan informasi biaya yang spesifik. Sel 2 mencakup peserta dengan orientasi *high material selection* dengan adanya pengalaman desain dan informasi biaya yang relatif. Sel 3 mencakup peserta dengan orientasi *low material selection* dengan adanya pengalaman desain dan informasi biaya yang spesifik. Sel 4 mencakup peserta dengan orientasi *low material selection* dengan adanya pengalaman desain dan informasi biaya yang relatif. Sel 5 mencakup peserta dengan orientasi *high material selection* dengan tidak ada pengalaman desain dan informasi biaya yang spesifik. Sel 6 mencakup peserta dengan orientasi *high material selection* dengan tidak ada pengalaman desain dan informasi biaya yang relatif. Sel 7 mencakup peserta dengan orientasi *low material selection* dengan tidak ada pengalaman desain dan informasi biaya yang spesifik. Sel 8 mencakup peserta dengan *low material selection* dengan tidak ada pengalaman desain dan informasi biaya yang relatif.

Penerimaan hipotesis pertama, kedua dan ketiga yang menunjukkan efek utama dan hipotesis keempat, kelima, dan keenam yang menunjukkan efek interaksi, pertama akan dilihat dari nilai signifikansi di ANOVA untuk variabel informasi biaya, pemilihan material, pengalaman desainer, serta interaksinya. Pengaruh variabel yang signifikan terhadap pengembangan produk *eco-design* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat *eco-design* karena pengaruh perbedaan dari informasi biaya (spesifik atau relatif), pemilihan bahan (*high material selection* atau *low material selection*), dan pengalaman desainer (ada pengalaman atau tidak ada pengalaman). Selanjutnya berdasarkan hasil uji *posthoc* akan dilihat signifikansi perbedaan rerata *eco-design* antar kelompok eksperimen (*multiple comparison*). Hipotesis

pertama terdukung jika terdapat perbedaan rerata *eco-design* antara grup *high material selection* dengan *low material selection* (sel 1, 2 dan 3,4 - sel 5,6 dan 7,8), dan perbedaannya signifikan secara statistis. Hipotesis kedua terdukung jika terdapat perbedaan rerata *eco-design* antara grup informasi biaya spesifik dengan informasi biaya relatif (sel 1,3,5,7 dan 2,4,6,8), dan perbedaannya signifikan secara statistis. Hipotesis ketiga terdukung jika terdapat perbedaan rerata *eco-design* antara grup desainer memiliki pengalaman dengan desainer tidak memiliki pengalaman desain (sel 1,2,3,4 dan 5,6,7,8), dan perbedaannya signifikan secara statistis. Hipotesis keempat terdukung jika rerata *eco-design* grup *low material selection* dan informasi biaya spesifik lebih tinggi dibandingkan *high material selection* dan informasi biaya relatif, dan perbedaannya signifikan secara statistis (sel 1,4,2,3 dan 5,7,6,8). Hipotesis kelima terdukung jika rerata grup *eco-design* informasi biaya spesifik dan desainer memiliki pengalaman lebih tinggi dibandingkan informasi biaya relatif dan desainer tidak memiliki pengalaman (sel 1,8 dan 2,7 - sel 3,6 dan 4,5), dan perbedaannya signifikan secara statistis. Hipotesis keenam terdukung jika rerata *eco-design* grup *low material selection*, informasi biaya spesifik dan desainer memiliki pengalaman, paling tinggi dibandingkan kelompok eksperimen lainnya, dan perbedaannya signifikan secara statistis.

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **Statistik Deskriptif**

Proses pemberian instrumen kepada partisipan dilakukan secara acak untuk menghindari bias dalam pelaksanaan eksperimen. Setiap partisipan menerima instrumen yang berbeda sesuai dengan kelompok perlakuan yang telah ditentukan, sehingga hasil yang diperoleh dapat merefleksikan pengaruh perlakuan secara objektif. Pendekatan ini dirancang untuk meningkatkan validitas internal penelitian dan memastikan bahwa variasi hasil benar-benar disebabkan oleh perlakuan yang diberikan, bukan oleh faktor lain.

Memberikan serangkaian pertanyaan digunakan untuk memeriksa perlakuan eksperimen (manipulasi) untuk memastikan bahwa subjek memahaminya dengan benar dan memadai. Pertanyaan ini dimaksudkan untuk memastikan apakah partisipan memahami bahwa mereka menerima informasi biaya dalam bentuk spesifik atau relatif, serta menyadari bahwa perbedaan dalam pemilihan bahan akan menghasilkan desain yang ramah lingkungan atau tidak selain itu, pengalaman desain yang dimiliki partisipan memungkinkan mereka dalam mengevaluasi dan memilih desain yang sesuai. Berdasarkan hasil cek manipulasi, sebanyak 141 partisipan dinyatakan memenuhi kriteria untuk pengolahan data, yang menunjukkan bahwa 100% dari mereka berhasil melewati tahap pemeriksaan ini.

Berdasarkan data dalam statistik deskriptif Tabel 2, rerata *Eco-Design* dalam pengembangan produk baru menunjukkan adanya perbedaan pada grup treatment informasi biaya dan pemilihan bahan. Partisipan dengan *high material selection* dan informasi biaya spesifik memiliki nilai mean (rerata) *eco-design* 552,55. Nilai ini mengindikasikan bahwa desain produk tersebut tidak ramah lingkungan, karena menggunakan bahan yang kurang *eco-friendly*. Sebaliknya, nilai *mean* terendah tercatat sebesar 276,00 untuk *low material selection* dan informasi biaya spesifik, yang menunjukkan bahwa desain produk ini lebih ramah lingkungan, karena menggunakan bahan yang mendukung keberlanjutan dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Secara total, perbedaan nilai rerata *eco-design* antara

informasi biaya spesifik (544,29) dan relatif (539,72) menunjukkan adanya perbedaan, demikian pula antara *high material selection* (547,62) dan *low material selection* (346,00) juga terdapat perbedaan.

**Tabel 2. Informasi Biaya dan Pemilihan Bahan**

Informasi Biaya	Pemilihan Bahan	Mean	Std.Deviation	N
Spesifik	<i>High Material Selection</i>	552,55	107,49	65
	<i>Low Material Selection</i>	276,00	72,12	2
	Total	544,29	116,33	67
Relatif	<i>High Material Selection</i>	543,16	106,74	72
	<i>Low Material Selection</i>	416,00	79,19	2
	Total	539,72	107,69	74
Total	<i>High Material Selection</i>	547,62	106,81	137
	<i>Low Material Selection</i>	346,00	101,77	4
	Total	541,90	111,50	141

**Tabel 3. Informasi Biaya dan Pengalaman Desainer**

Informasi Biaya	Pengalaman Desainer	Mean	Std. Deviation	N
Spesifik	Ada Pengalaman	569,83	84,25	65
	Tidak Ada Pengalaman	534,91	125,53	2
	Total	544,29	116,33	67
Relatif	Ada Pengalaman	593,11	78,16	72
	Tidak Ada Pengalaman	523,80	110,68	2
	Total	539,72	107,69	74
Total	Ada Pengalaman	581,14	81,02	137
	Tidak Ada Pengalaman	528,94	117,34	4
	Total	541,90	111,50	141

Berdasarkan data dalam statistik deskriptif Tabel 3, terdapat pula perbedaan nilai rerata *eco-design* antara ada pengalaman desainer (581,14) dan tidak ada pengalaman desainer (528,94). Interpretasi atas pengaruh pilihan material, informasi biaya, dan pengalaman desainer terhadap pengembangan produk baru *eco-design* tidak bisa dilihat hanya dari efek utama (*main effect*). Akan lebih jelas jika melihat rerata *eco-design* di masing-masing level pemilihan material, informasi biaya, dan pengalaman desainer, yang menunjukkan adanya perbedaan. Dengan demikian, perlu dilakukan perbandingan kelompok per kelompok eksperimen untuk analisis berikutnya.

**Uji Hipotesis**

Uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan tingkat signifikansi 0,05. Untuk memenuhi persyaratan ANOVA dilakukan uji homogenitas terlebih dahulu dengan hasil pada Tabel 4. Nilai signifikansi yang diperoleh adalah 0,650 yang menunjukkan bahwa nilainya lebih besar dari 0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa varians kelompok data dalam penelitian ini adalah serupa atau homogen.

**Tabel 4. Homogenitas** (*dependent variabel: ECOFRIENDLY*)

5F	df1	df2	Sig.
0,666	5	135	0,650

Hipotesis satu memprediksi bahwa pemilihan bahan berpengaruh terhadap pengembangan produk baru *eco-design*. Pengujian hipotesis 1 dilakukan dengan menggunakan ANOVA. Hasil pengujian bisa dilihat di Tabel 5, yang menunjukkan pengaruh variabel pemilihan bahan atau MATSELECT signifikan (*F-value* = 12,637, *p* < 0,005).

**Tabel 5. Hasil Anova** (*dependent Variabel: ECOFRIENDLY*)

<i>Factors</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Stat</i>	<i>p-value</i>
INFOBIAYA	21144,376	1,907	0,170
MATSELECT	140137,385	12,637	0,001
EXPERIENCE	51822,634	4,673	0,032
INFOBIAYA * MATSELECT	24079,901	2,171	0,143
INFOBIAYA * EXPERIENCE	11191,592	1,009	0,317
INFOBIAYA * MATSELECT * EXPERIENCE	13864,227	1,234	0,269

Sebagai dasar penerimaan hipotesis satu, harus diketahui signifikansi perbedaan rerata *eco-design* antar grup eksperimen *high material selection* dan *low material selection*. Untuk itu, peneliti menjalankan analisis *post hoc* dengan melakukan perbandingan rerata berganda (*multiple comparison*). Tabel 6 menunjukkan adanya perbedaan rerata *high material selection* dengan *low material selection* dan signifikan secara statistis.

**Tabel 6. Perbedaan Rerata *Eco-Design* Antar Grup Eksperimen**

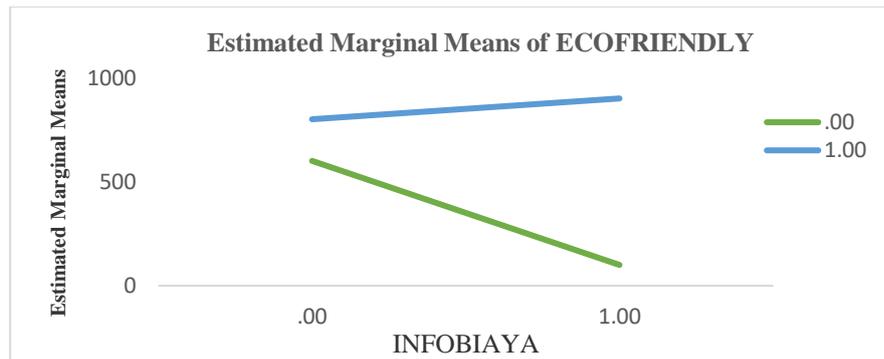
(I) Group	(J) Group	Mean Difference	Sig
Informasi biaya spesifik, <i>high material selection</i> .	Informasi biaya spesifik, <i>low material selection</i>	276,553**	0,002
Informasi biaya relatif, <i>high material selection</i> .	Informasi biaya relatif, <i>low material selection</i>	267,166**	0,004
Informasi biaya spesifik, tidak ada pengalaman.	Informasi biaya relatif, ada pengalaman	58,199*	0,063
Informasi biaya relatif, ada pengalaman.	Informasi biaya relatif, tidak ada pengalaman	69,310**	0,024
<i>High material selection</i> , ada pengalaman.	<i>Low material selection</i> , tidak ada pengalaman	235,142**	0,000
<i>High material selection</i> , tidak ada pengalaman.	<i>Low material selection</i> , tidak ada pengalaman	190,117**	0,002

\*, \*\* perbedaan rerata signifikan pada  $p = 0,05$  dan  $p = 0,01$

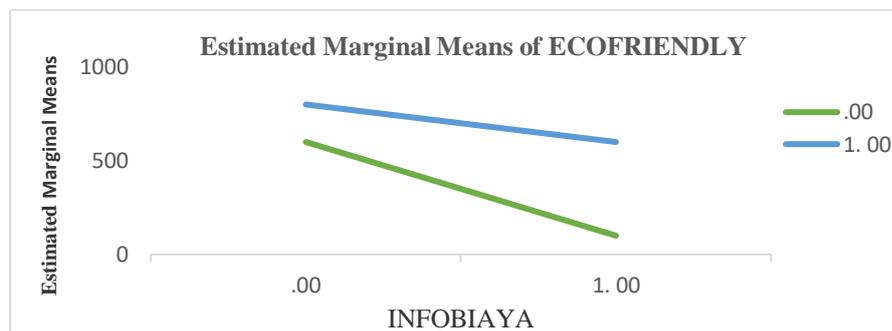
Hipotesis dua memprediksi bahwa informasi biaya berpengaruh terhadap pengembangan produk baru *eco-design*. Hasil ANOVA menunjukkan pengaruh variabel informasi biaya tidak signifikan secara statistik ( $F\text{-value} = 1,907, p > 0,005$ ), dengan demikian hipotesis dua tidak terdukung. Sementara itu hipotesis 3 memprediksi bahwa pengalaman desainer berpengaruh terhadap pengembangan produk baru *eco-design*. Hasil pengujian hipotesis tiga bisa dilihat di Tabel 5, yang menunjukkan pengaruh variabel pengalaman desainer signifikan secara statistik ( $F\text{-value} = 4,673, p < 0,005$ ). Analisis *post hoc* dengan melakukan perbandingan rerata berganda (*multiple comparison*) dilakukan, dan hasilnya pada Tabel 6 menunjukkan adanya perbedaan rerata *eco-design* antara ada pengalaman dan tidak ada pengalaman desainer, dan perbedaan tersebut signifikan secara statistik. Dengan demikian, hipotesis tiga terdukung.

Hipotesis empat memprediksi pengaruh interaksi antara pemilihan material dan informasi biaya terhadap pengembangan produk baru *eco-design*. Hasil ANOVA menunjukkan pengaruh interaksi variabel MATSELECT dan INFOBIAYA tidak signifikan secara statistik ( $p=0,143 > 0,005$ ), dengan demikian hipotesis empat tidak terdukung. Demikian pula untuk hipotesis lima yang memprediksi pengaruh interaksi antara informasi biaya dan pengalaman desainer. Hasil uji ANOVA menunjukkan pengaruh interaksi INFOBIAYA dan EXPERIENCE tidak signifikan secara statistik ( $p=0,317 > 0,005$ ). Dengan demikian, hipotesis lima tidak terdukung. Hipotesis enam memprediksi bahwa pengembangan produk baru dengan tingkat *eco-design* paling optimal diperoleh dari *low material selection*, penggunaan informasi biaya spesifik oleh individu dengan pengalaman desain. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa tidak ada signifikansi statistik dari interaksi tiga variabel tersebut, dengan demikian hipotesis enam tidak terdukung.

Berdasarkan Grafik 1 dapat dilihat bahwa *eco-design* akan lebih tinggi saat desainer tidak memiliki pengalaman desain (garis warna hijau) dibandingkan dengan yang berpengalaman desain (garis warna biru). Berdasarkan Grafik 2 dapat pula dilihat pula bahwa *eco-design* akan lebih tinggi saat desainer menggunakan bahan yang rendah kandungan plastiknya (*low material selection*, garis warna hijau) dibandingkan dengan bahan yang tinggi kandungan plastiknya (*high material selection*, garis warna biru).



**Grafik 1. Data Plots: experience**



**Grafik 2. Data Plots: Material selection**

## Pembahasan

### Pengaruh Pemilihan Bahan Terhadap Pengembangan Produk Baru *Eco-Design*

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan bahan berpengaruh signifikan terhadap pengembangan produk baru *eco-design*, sehingga hipotesis (H1) diterima. Berdasarkan hasil uji *Anova*, nilai signifikan sebesar 0,001 ( $<0,05$ ) dan perbedaan rerata *eco-design* pada grup eksperimen *low material selection* dan *high material selection* yang juga signifikan mengidentifikasi bahwa pemilihan bahan ramah lingkungan dan berkelanjutan dapat meningkatkan efisiensi produksi serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Strategi seperti pemanfaatan material daur ulang, biomaterial, dan bahan dengan jejak karbon rendah terbukti efektif dalam mendukung inovasi produk yang lebih hijau serta meningkatkan daya saing di pasar berkelanjutan. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa pemilihan material berkelanjutan adalah kunci untuk mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan kinerja produk secara keseluruhan (Ashby, 2012). Penggunaan material daur ulang, misalnya, telah terbukti mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca secara signifikan (Zhang et al., 2019) sementara biomaterial menawarkan potensi untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil (Gontard et al., 2018). Lebih lanjut, pemilihan bahan dengan jejak karbon rendah berkontribusi pada pengurangan emisi karbon secara keseluruhan, sejalan dengan upaya global untuk mengatasi perubahan iklim (Matthews et al., 2008). Dengan demikian, temuan ini memperkuat argumentasi bahwa pemilihan bahan yang tepat merupakan strategi penting dalam mencapai tujuan keberlanjutan dalam pengembangan produk.

### **Pengaruh Informasi Biaya Terhadap Pengembangan Produk Baru *Eco-Design***

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh informasi biaya terhadap pengembangan produk baru *eco-design* yang diuji menggunakan *Anova*, dengan hasil signifikansi 0,170 ( $> 0,05$ ). Karena nilai ini lebih besar dari 0,05, hipotesis (H2) yang menyatakan bahwa informasi biaya berpengaruh signifikan terhadap *eco-design* dalam pengembangan produk baru tidak terdukung. Temuan ini mengindikasikan bahwa informasi biaya bukan faktor utama dalam keputusan pengembangan produk berkelanjutan. Salah satu kemungkinan penyebabnya adalah rendahnya pemahaman partisipan mengenai integrasi informasi biaya dalam desain ramah lingkungan serta dominasi faktor eksternal dalam pengambilan keputusan. Ketika aspek regulasi, permintaan pasar, dan kebijakan perusahaan lebih memengaruhi strategi *eco-design*, informasi biaya cenderung memiliki peran yang lebih kecil.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Gulotta et al. (2022), yang menemukan bahwa meskipun metode analisis biaya untuk *eco-design* tersedia, penggunaannya masih terbatas dalam praktik industri. Putra dan Sophian (2024) juga mencatat bahwa faktor eksternal seperti insentif pemerintah dan tekanan dari pemangku kepentingan memiliki pengaruh lebih besar dibandingkan sekadar transparansi biaya. Selain itu, penelitian (Bocken et al, 2016; Song et al, 2020) menegaskan bahwa keputusan desain berkelanjutan lebih banyak didorong oleh faktor lingkungan dan sosial dibandingkan oleh informasi biaya semata. Dengan demikian, semakin besar peran faktor eksternal dalam pengambilan keputusan desain ramah lingkungan, semakin kecil pengaruh informasi biaya dalam proses tersebut. Namun, transparansi dan akurasi informasi biaya tetap dapat menjadi faktor pendukung dalam optimalisasi strategi *eco-design* secara keseluruhan.

### **Pengaruh Pengalaman Desainer Terhadap Pengembangan Produk Baru *Eco-Design***

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pengalaman desainer berpengaruh signifikan terhadap pengembangan produk *eco-design*, sehingga hipotesis (H3) diterima. Berdasarkan hasil uji *Anova*, nilai signifikansi sebesar 0,032 ( $< 0,05$ ) serta perbedaan rerata *eco-design* antara grup eksperimen desainer berpengalaman dan tidak berpengalaman yang signifikan pula secara statistis, mengindikasikan bahwa pengalaman desainer yang berbeda akan menentukan penciptaan produk yang ramah lingkungan dan inovatif. Pemahaman yang lebih baik mengenai pemilihan material berkelanjutan, efisiensi proses produksi, serta strategi pengurangan limbah memungkinkan desainer untuk mengoptimalkan desain sesuai dengan prinsip *eco-design*. Hasil ini sejalan dengan penelitian Kjaer et al. (2019), yang menekankan pentingnya pengembangan kompetensi desainer dalam menerapkan prinsip keberlanjutan untuk mencapai efisiensi operasional dan mendukung ekonomi sirkular. Selain itu, penelitian oleh Dekoninck et al. (2016) juga menemukan bahwa pengalaman desainer dalam proyek berkelanjutan berkontribusi signifikan terhadap efektivitas implementasi *eco-design* dalam pengembangan produk baru. Dengan demikian, pengalaman desainer dalam bidang keberlanjutan, akan berkontribusi dalam pengembangan produk *eco-design* yang inovatif dan ramah lingkungan. Adapun pengaruh interaksi antara pemilihan material dan informasi biaya, interaksi antara informasi biaya dan pengalaman desainer serta interaksi antara ketiga variabel tersebut terhadap pengembangan produk *eco-design* tidak berpengaruh signifikan secara statistis. Dengan demikian pengaruh bersama antar variabel penelitian ini tidak menjadi aspek yang akan memengaruhi desain ramah lingkungan dalam konteks pengembangan produk baru.

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemilihan bahan, informasi biaya, dan pengalaman desainer terhadap pengembangan produk baru berbasis *eco-design*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan bahan dan pengalaman desainer memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan pengembangan produk ramah lingkungan, sementara informasi biaya tidak memiliki pengaruh utama. Hal ini mengindikasikan bahwa keahlian desainer dan seleksi material berkelanjutan lebih menentukan keberlanjutan produk dibandingkan dengan transparansi informasi biaya. Oleh karena itu, perusahaan perlu memfokuskan perhatian pada pengembangan kemampuan desainer dan pemilihan material yang efisien sebagai strategi utama dalam meningkatkan daya saing produk *eco-design*.

Kontribusi penelitian ini adalah memberikan wawasan bagi perusahaan tentang pentingnya integrasi antara pemilihan bahan dan pengalaman desainer dalam strategi *eco-design*. Temuan ini menunjukkan bahwa keefektifan desain ramah lingkungan lebih tergantung pada kecakapan praktis desainer dan ketersediaan bahan yang sesuai. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengobservasi lebih dalam peran faktor eksternal, seperti regulasi dan pasar, serta pengaruh pendidikan terkait informasi biaya bagi desainer. Meneliti faktor-faktor tersebut bisa memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai strategi pengembangan produk berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian ini menekankan bahwa keberhasilan *eco-design* sangat berkaitan dengan pengelolaan sumber daya manusia dan pemilihan material yang tepat dalam konteks keberlanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., Wong, K. Y., Tseng, M. L., & Wong, W. P. (2018). Sustainable product design and development: A review of tools, applications and research prospects. *Resources, Conservation and Recycling*, 132(October 2017), 49–61.
- Alvira, R., Wardani, B., Ekaari, D., & Jatiningsih, S. (2024). *Selectivity hypothesis and task bind: Explaining gender difference in NPD's cost information and control adoption*. 25(2).
- Ashby, M. F. (2012). *Materials and the environment: eco-informed material choice*. Elsevier.
- Bocken, N. M. P., De Pauw, I., Bakker, C., & Van Der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320.
- Booker, D. M., Drake, A. R., & Heitger, D. L. (2007). New Product Development: How Cost Objective Setting. *Behavioral Research in Accounting*, 19, 19–41.
- Buana, G. T., Santosa, Z. I. P., Auliansyah, M. N., & Zabar, S. A. A. (2024). Eksplorasi Terkini Pada Desain Industri Green Manufacturing Melalui Pengelolaan Hak Kekayaan Intelektual. *Jurnal Hukum Dan HAM Wara Sains*, 03(01), 84–92.
- Burns, T., & Stalker, G. M. (1994). *The management of innovation*. Oxford University Press.
- Calantone, R. J., Cavusgil, S. T., & Zhao, Y. (2002). Learning orientation, firm innovation capability, and firm performance. *Industrial Marketing Management*, 31(6), 515-524.

[https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(01\)00203-6](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(01)00203-6)

- Ceschin, F., & Gaziulusoy, I. (2016). Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions. *Design Studies*, 47, 118–163.
- Citrin, A. V., Lee, R. P., & McCullough, J. (2007). Information use and new product outcomes: The contingent role of strategy type. *Journal of Product Innovation Management*, 24(3), 259–273.
- Cloyd, B. C., (1997), Performance in Tax Research Tasks: The Joint Effects of Knowledge and Accountability. *The Accounting Review*, 72(1), pp.111–131.
- Cross, Nigel (2004). Expertise in design: an overview. *Design Studies*, 25(5) pp. 427–441.
- Dekoninck, E. A., Domingo, L., O’Hare, J. A., Pigosso, D. C. A., Reyes, T., & Troussier, N. (2016). Defining the challenges for ecodesign implementation in companies: Development and consolidation of a framework. *Journal of Cleaner Production*, 135, 410–425.
- Delaney, E., & Liu, W. (2023). Managing Design for Environmental Sustainability throughout the Design Process. *Design Management Journal*, 18(1), 48–62.
- Eddy, D. C., Krishnamurty, S., Grosse, I. R., Wileden, J. C., & Lewis, K. E. (2015). A predictive modelling-based material selection method for sustainable product design. *Journal of Engineering Design*, 26(10–12), 365–390.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Agency theory: An assessment and review. *Academy of Management Review*, 14(1), 57-74. <https://doi.org/10.5465/amr.1989.4279003>
- Elliott, W. B., Hodge, F. D., Kennedy, J. J., & Pronk, M. (2007). Are MBA students a good proxy for nonprofessional investors? *The Accounting Review*, 82(1), 139–168.
- Fiedler, F. E. (1967). *A Theory of Leadership Effectiveness. Mcgraw-Hill Series in Management.*
- Giannetti, B. F., Agostinho, F., Eras, J. J. C., Yang, Z., & Almeida, C. (2020). Cleaner production for achieving the sustainable development goals. *Journal of Cleaner Production*, 271, 122127.
- Go, T. F., Wahab, D. A., & Hishamuddin, H. (2015). Multiple generation life-cycles for product sustainability: The way forward. *Journal of Cleaner Production*, 95, 16–29.
- Gontard, N., Sonesson, U., Birkved, M., Majone, M., Bolzonella, D., Celli, A., Angellier-Coussy, H., Jang, G.-W., Verniquet, A., & Broeze, J. (2018). A research challenge vision regarding management of agricultural waste in a circular bio-based economy. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 48(6), 614–654.
- Guldmann, E., Bocken, N. M. P., & Brezet, H. (2019). A design thinking framework for circular business model innovation. *Journal of Business Models*, 7(1), 39–70.
- Gulotta, T. M., Salomone, R., Lanuzza, F., Saija, G., Mondello, G., & Ioppolo, G. (2022). Life Cycle Assessment and Life Cycle Costing of unitized regenerative fuel cell: A systematic review. *Environmental Impact Assessment Review*, 92, 106698.

- Gumulya, D. (2023). Pembelajaran dari Pengajaran Sustainable Product Design pada beberapa Universitas di United Kingdom, Australia, Denmark, the Netherlands, and the United States. *Jurnal Desain Indonesia, 05*, 1–17.
- Guo, L. (2021). *Implementation of eco-design in product development*. May.
- Hadi, C., & Hanurawan, F. (2018). *Psikologi Industri dan organisasi*. Zifatama Jawara.
- Hardani, H. A., Ustiawaty, J., Istiqomah, R. R., Fardani, R. A., Sykmana, D. J., & Auliya, N. H. (2020). Buku metode penelitian kualitatif dan kuantitatif (A. Husnu. *Pustaka Ilmu*.
- Haryono, M. B., Bayuna, R. D., Rohman, S. M., Wardana, A. R., & Umam, N. (2022). Pemilihan Material dan Desain yang Inovatif serta Kreatif. *Jurdimas (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat) Royal, 5*(1), 1–6.
- Hermawan, A., Riyanto, C. A., & Wijaya, A. F. (2023). Pengembangan Produk dengan Menerapkan Bahan Ramah Lingkungan (Produk Hijau). *Jurnal Ilmu Manajemen Terapan, 5*(1), 16–23.
- Jackson, P. (2020). "Balancing Cost and Sustainability in Material Selection for New Product Development." *Sustainability Journal*.
- Jatiningsih, D. E. S., & Sholihin, M. (2015). Examining the Interaction Effect of Cost Information Types and Strategy in New Product Development: An Experimental Study. *SSRN Electronic Journal, 13*(2).
- Jatiningsih, D. E. S. (2021). Tipe Informasi Biaya dan Strategi Pengujian Eksperimental Terhadap Efektivitas Pengembangan Produk Baru (S. Nahidloh (ed.)). Penerbit KBM Indonesia.
- Katsikeas, C.S., Leonidou, C.N., Zeriti, A. (2016). Eco-friendly product development strategy: Antecedents, outcomes, and contingent effects. *J. Acad. Mark. Sci.*, 44, 660–684.
- Kjaer, L. L., Pigosso, D. C. A., Niero, M., Bech, N. M., & McAloone, T. C. (2019). Product/Service- Systems for a Circular Economy: The Route to Decoupling Economic Growth from Resource Consumption? *Journal of Industrial Ecology, 23*(1), 22–35.
- Kwok, A. G., & Grondzik, W. (2018). *The green studio handbook: Environmental strategies for schematic design*. Routledge.
- Lawrence, P., & Lorsch, J. (1967). *Organization and environment: Managing differentiation and integration*. Homewood, IL: Irwin.
- Libby, R., 1995, The Role of Knowledge and Memory in Audit Judgment, in: R. Ashton & A. Ashton (Eds), *Judgment and Decision-Making Research in Accounting and Auditing*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lockton, D., Harrison, D., & Stanton, N. A. (2013). Exploring Design Patterns for Sustainable Behaviour. *The Design Journal, 16*(4), 431–459.  
<https://doi.org/10.2752/175630613X13746645186124>
- Matthews, H. S., Hendrickson, C. T., & Weber, C. L. (2008). *The importance of carbon*

*footprint estimation boundaries*. ACS Publications.

- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons.
- Muttaqin, E. D., & Al Ghofari, A. K. (2016). *Perancangan Smart Packaging Intip dengan Menggunakan Metode Kansei Engineering dan Eco-Design (Studi Kasus: Industri Pembuatan Intip Wilayah Kota Surakarta)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nielsen, (2021) "Global Consumers' Willingness to Pay for Sustainable Products."
- Nurjanah, T., & Jatningsih, D. E. S. (2023). Cost Information Types and Ego Depletion: The Role in New Product Development. *Proceeding Medan International Conference Economics and Business, 1*(January), 1627–1637.
- Olivetti, E. A., & Cullen, J. M. (2018). Toward a sustainable materials system. *Science, 360*(6396), 1396–1398.
- Pujari, D. (2006). Eco-innovation and new product development: Understanding the influences on market performance. *Technovation, 26*(1), 76-85.
- Putra, G. H., & Sophian, S. (2024). Akuntansi Berbasis Digital Di Pemerintahan Dan Pemanfaatannya Untuk Perkembangan UMKM. *JPKBP: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2*(1).
- PWC. (2021). ESG Investor Survey: The Economic Realities of ESG, PwC, London. PWC, London, December, 1–8. <https://www.pwc.com/gx/en/services/audit-assurance/corporate-reporting/esg-investor-survey.html>
- Ranjan, P., Agrawal, R., & Jain, J. K. (2021). Life Cycle Assessment in Sustainable Manufacturing: A Review and Further Direction. *Lecture Notes on Multidisciplinary Industrial Engineering, Part F256*(January 2021), 191–203.
- Reddy, Y. J., Reddy, G. P., & Kumar, Y. V. P. (2023). Implementation of Design for Sustainability in Product Engineering †. *Engineering Proceedings, 56*(1), 1–7.
- Rezaee, Z. (2017). *Corporate Sustainability: Theoretical and Integrated Strategic Imperative and Pragmatic Approach.pdf. 1*.
- Rudianto, R., Pangestu, D., Diansyah, U., Sari, R. P., Andani, H. U., Sari, M. P., & Sisdiyanto, E. (2024). Analisis Pengaruh Faktor Lingkungan pada Laporan Keuangan (Studi Kasus pada Industri Ramah Lingkungan). *WANARGI: Jurnal Manajemen Dan Akuntansi, 1*(2), 273–280.
- She, J., & Macdonald, E. F. (2018). Exploring the Effects of a Product's Sustainability Triggers on Pro-Environmental Decision-Making. *Journal of Mechanical Design, 140*(1), 1–13.
- Singhal, T. S., Jain, J. K., Ramacharyulu, D. A., Jain, A., Abdul-Zahra, D. S., Manjunatha, & Srivastava, A. P. (2024). Eco-Design of Products and Processes: A Review on Principles and Tools for Sustainable Manufacturing. *E3S Web of Conferences, 505*.
- Song, M., Yang, M. X., Zeng, K. J., & Feng, W. (2020). Green Knowledge Sharing, Stakeholder Pressure, Absorptive Capacity, and Green Innovation: Evidence from

- Chinese Manufacturing Firms. *Business Strategy and the Environment*, 29(3), 1517–1531.
- Sumarno, Badriyah, S., & Hartomo, D. D. (2015). Green Product: Upaya Menjaga Keberlanjutan Lingkungan Dan Peluang Pengembangan Produk Pasar Ekspor Bagi UMKM. *Prosiding Seminar Nasional 4th UNS SME's Summit & Awards 2015 "Sinergitas Pengembangan UMKM Dalam Era Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA),"* c, 58–66.
- Surya, E. P., Wijaya, G. A., Sari, K. A., & Aruna, A. (2023). Pengembangan Kemasan Ramah Lingkungan sebagai Dukungan untuk Keberlanjutan dalam Industri Eco marketing di Kampung Industri Tempe Sanan. *Prosiding Seminar Internasional Publikasi Hasil-Hasil Penelitian Dan Pengabdian*, 6(18), 1385–1399.
- Suryahanjaya, B., Putra, B., & Nugroho, C. (2024). Inovasi Strategi Bisnis dalam Menghadapi Pola Konsumsi dan Produk F&B yang Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional Ekonomi Dan Bisnis*, 4, 38–48.
- Thompson, B. S. (1999). Environmentally-sensitive design: Leonardo WAS right! *Materials & Design*, 20(1), 23–30.
- United Nations Environment Programme. (2023). *Buildings Materials and The Climate*.
- Wardani, RAB, and DES Jatiningsih. (2024). Selectivity hypothesis and task bind: Explaining gender difference in NPD's cost information and control adoption. *Journal of Accounting and Investment* 25(2), 498-512, 2024.
- Wilana, W., Naryoto, P., Energi, E., Keuangan, K., Hijau, P. B., & Limbah, P. (2024). *BUSINESS*. 7, 11164–11174.
- Yusuf, M.F., Mohamad Nasarudin, N.A.I., Sorooshian, S., Fauzi, M.A., Kasim, N.M. (2023). Exploring the Impact of Contingency Theory on Sustainable Innovation in Malaysian Manufacturing Firms. *Sustainability*, 15, 7151. <https://doi.org/10.3390/su15097151>.
- Zhang, Y., Luo, W., Wang, J., Wang, Y., Xu, Y., & Xiao, J. (2019). A review of life cycle assessment of recycled aggregate concrete. *Construction and Building Materials*, 209, 115–125.