

Eksplorasi Ekstraksi Pewarna Alami dari Buah dan Tumbuhan untuk Aplikasi Produk untuk Anak usia 0-6 bulan

Devanny Gumulya¹⁾, Casey Gunawan²⁾

^{1),2)}, Desain Produk, Universitas Pelita Harapan
Jl. M.H. Thamrin Boulevard No.1100, Klp. Dua, Kec. Klp. Dua, Kabupaten Tangerang, Banten
Email : devanny.gumulya@uph.edu

Abstrak. Penggunaan pewarna alami penting bagi produk anak-anak, karena memiliki peran krusial dalam menjaga kesehatan, keamanan, serta dapat memberikan aspek pendidikan yang berharga bagi mereka. Studi ini bertujuan untuk merancang mainan berkelanjutan yang berwarna-warni dan diwarnai dengan pewarna alami untuk memberikan stimulasi sensorial yang sesuai bagi anak berusia 0-6 bulan. Penelitian ini menggunakan kombinasi metodologi eksperimental dan desain. Eksperimen dilakukan untuk menentukan tanaman yang paling cocok yang menawarkan spektrum warna yang luas, kain organik terbaik, dan teknik pewarnaan yang optimal. Sementara itu, proses desain diimplementasikan dalam menciptakan dua mainan lembut yang menyediakan berbagai stimulasi sensorial, termasuk pengalaman visual, auditori, dan taktil. Berdasarkan proses penelitian, studi ini merekomendasikan penggunaan pewarna alami bagi mainan anak. Ditemukan bahwa kain organik katun dan hemp dapat diwarnai dengan biji alpukat, kunyit, dan bunga telang. Bahan kain ini dapat digunakan untuk merancang mainan yang aman dan ramah lingkungan bagi anak usia 0-6 bulan. Selain itu, studi ini menekankan pentingnya memperhatikan tahap perkembangan anak, pemilihan bahan, fleksibilitas, dan metode manufaktur dalam proses mendesain mainan berkelanjutan. Hasil penelitian memberikan panduan praktis tentang cara mengintegrasikan pewarna alami dalam perancangan produk, yang dapat membantu desainer produk dalam mengembangkan produk-produk berkelanjutan yang lebih luas dan beragam.

Katakunci: pewarna alami, mainan anak, desain berkelanjutan .

1. Pendahuluan

Warna adalah salah satu aspek penting yang memengaruhi persepsi seseorang terhadap suatu produk. Menurut Stern-Ellran et al. (2016), warna adalah faktor pertama yang menarik perhatian konsumen. Selain itu, warna juga berperan penting dalam perkembangan kognitif anak-anak karena membantu merangsang imajinasi dan kreativitas mereka. Misalnya menurut Abbasi et al. (2014) warna-warna cerah dapat membantu dalam mengembangkan persepsi visual mereka serta meningkatkan kemampuan ingatan. Warna pada dasarnya dapat diperoleh dari dua sumber utama, yaitu alamiah dan buatan. Pewarna alam adalah zat pewarna yang diekstraksi dari berbagai sumber alam, seperti tumbuhan, hewan, atau mineral. Di sisi lain, pewarna buatan, juga dikenal sebagai pewarna sintetis, dihasilkan melalui proses kimia.

Seiring perkembangan zaman, penggunaan pewarna sintetis semakin mendominasi, dan ini sebagian besar disebabkan oleh beragamnya pilihan warna yang dapat diberikan oleh pewarna sintetis dan ketersediaannya di pasaran. Namun, penggunaan pewarna sintetis juga berdampak negatif pada lingkungan. Misalnya, limbah pewarnaan dari industri mode dapat mencemari air dan tanah. Salah satu jenis pewarna sintetis yang umum digunakan adalah azo, yang memiliki struktur kimia kompleks dan sulit terdegradasi. Lebih jauh, azo diketahui bersifat karsinogenik dan beracun, yang bukan hanya mengancam ekosistem di perairan tetapi juga berpotensi merugikan kesehatan manusia.

Selain dampak pada lingkungan dan kesehatan masyarakat umum, pekerja di industri pewarnaan sintetis juga rentan terhadap risiko kesehatan. Mereka dapat mengalami gangguan kesehatan seperti iritasi kulit, masalah pernafasan, reaksi alergi, bahkan risiko lebih serius seperti tumor dan kanker (Hassan et al., 2017). Dalam konteks ini, penelitian tentang pewarna alami menjadi semakin penting sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dan aman bagi manusia serta industri.

Penggunaan pewarna alami menjadi semakin penting dalam produk anak-anak, karena memiliki peran krusial dalam menjaga kesehatan, keamanan, serta memberikan aspek pendidikan yang berharga bagi mereka. Menurut Gumulya (2023), pewarna alami dalam produk anak dapat mengurangi risiko timbulnya alergi yang mungkin terjadi akibat pewarna sintetis. Selain berfokus pada aspek kesehatan dan keamanan, produk anak-anak yang mengadopsi pewarna alami juga memberikan kesempatan yang baik untuk memperkenalkan anak-anak pada berbagai warna yang terdapat dalam alam, sekaligus mengajarkan mereka untuk menghargai keanekaragaman sumber daya alam. Dengan demikian, penggunaan pewarna alami dalam produk anak tidak hanya berkaitan dengan aspek kesehatan dan keamanan anak-anak, melainkan juga merupakan langkah yang mendukung pendidikan mereka tentang keanekaragaman alam serta pentingnya menjaga lingkungan yang berkelanjutan.

Penelitian ini mengajukan pertanyaan penelitian tentang bagaimana kita dapat merancang mainan berkelanjutan yang berwarna-warni dengan pewarna alami? Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendemonstrasikan secara eksperimental bahwa mainan berkelanjutan dapat dibuat berwarna-warni.

2. Tinjauan Pustaka

Pewarna alami yang diperoleh dari flora dan fauna dianggap aman karena terbukti tidak beracun, tidak karsinogenik, dan dapat terdegradasi secara alami (Sumathy, 2013) [10]. Penelitian ini akan berfokus pada ekstraksi pewarna dari tanaman karena penelitian sebelumnya telah menemukan bahwa lebih baik untuk mengekstraksi pewarna dari tanaman daripada hewan dengan berbagai alasan (Krizova, 2015; Sumathy, 2013; Uddin, 2015):

- Keberlanjutan: Tanaman dapat ditanam dan dipanen berulang kali, sedangkan hewan perlu dibunuh untuk mendapatkan pewarna alaminya.
- *Cruelty free*: Ekstraksi pewarna alami dari hewan melibatkan pembunuhan atau perlakuan yang merugikan pada hewan, sedangkan pewarna berbasis tanaman tidak merugikan makhluk hidup apa pun.
- Ketersediaan: Ada banyak tanaman yang dapat digunakan sebagai sumber pewarna alami dibandingkan dengan hewan, sehingga pewarna berbasis tanaman lebih mudah didapatkan.
- Kesehatan dan Keamanan: Beberapa pewarna berbasis hewan dapat mengandung bahan kimia berbahaya atau patogen yang dapat membahayakan manusia, sedangkan pewarna berbasis tanaman umumnya dianggap lebih aman.
- Dampak Lingkungan: Produksi pewarna berbasis hewan seringkali menghasilkan limbah dan polusi, sedangkan produksi pewarna berbasis tanaman umumnya lebih sedikit merusak lingkungan.

Bahan dan Metode untuk Pewarna Alami

Pewarna alami umumnya diekstraksi dari akar, batang, daun, bunga, dan buah dari berbagai jenis tanaman. Penelitian ini mengumpulkan semua tanaman yang sebelumnya telah diuji coba dan terbukti berhasil menghasilkan warna-warna cerah. Fokus penelitian ini adalah pada tanaman yang mampu menghasilkan warna cerah, karena warna-warna cerah ini dapat membantu mengembangkan persepsi visual anak-anak dan meningkatkan kapasitas ingatan mereka (Stern-Ellran et al., 2016).

BAGIAN TANAMAN ATAU BUAH	GAMBAR	KONTEN PEWARNA ALAMI
Kulit Alpukat		Chlorophyll And Anthocyanin Type Cyanidin 3-O-Glucoside

BAGIAN TANAMAN ATAU BUAH	GAMBAR	KONTEN PEWARNA ALAMI
Biji Alpukat		Proanthocyanidin And Tannin
Kulit Manggis		Anthocyanins (Cyanidin-3-Sophoroside), And Procyanidin
Bayam Merah		Anthocyanins (Cyanidin-3-Diglucoside-5-Glucoside (80%) And Cyanidin 3, 5 Diglucoside (20%))
Kunyit		Curcumin
Bayam Hijau		Chlorophyll
Daun Suji		Chlorophyll
Kulit Bawang		Quercetin And Glucoside Derivatives (Quercetin-4'- Glycoside And Quercetin 3,4'- Diglucoside)
Bunga Telang		Antosianin, Delphinidin

Setelah mengumpulkan sumber pewarna alami, proses penelitian dilanjutkan dengan menyelidiki proses pewarnaan kain menggunakan pewarna berbasis tanaman. Temuan dari penelitian ini mengungkapkan bahwa proses ini umumnya terdiri dari enam langkah kunci (Chhipa et al., 2017; Krizova, 2015; Sumathy, 2013):

1. Pengumpulan bahan tanaman: Bahan tanaman (seperti daun, batang, bunga, akar, atau kulit) dikumpulkan dan dikeringkan. Tanaman yang dapat digunakan sebagai sumber pewarna dapat dilihat pada tabel 1.
2. Persiapan larutan pewarna: Bahan tanaman diiris, dihancurkan, atau digiling menjadi potongan kecil dan kemudian direbus dalam air untuk membuat larutan pewarna. Mordan adalah zat yang

digunakan dalam proses pewarnaan alami untuk meningkatkan ketahanan warna dan intensitas pewarna. Larutan pewarna dapat dimodifikasi dengan penambahan mordan atau zat lain untuk meningkatkan ketahanan warna dan intensitas pewarna. Penelitian sebelumnya tentang ekstraksi pewarna alami dapat dilihat pada tabel 2.

3. **Persiapan kain:** Untuk menghindari gangguan selama proses pewarnaan, kain harus dicuci sebelum pewarnaan alami untuk menghilangkan bahan kimia sisa, kotoran, atau minyak. Pewarna alami memerlukan permukaan yang bersih untuk dapat melekat dengan efektif pada serat kain dan menghasilkan warna yang tahan lama. Kontaminan pada kain juga dapat memengaruhi hasil warna dan menyebabkan pewarnaan yang tidak merata. Selain itu, mencuci kain sebelum pewarnaan membantu memastikan bahwa sisa yang tertinggal pada kain selama proses manufaktur tidak memengaruhi warna.
4. **Penggunaan mordan:** Langkah persiapan sebelum proses pewarnaan alami yang sebenarnya. Ini dilakukan untuk meningkatkan ketahanan warna dan keawetan pewarna pada kain atau bahan. Mordan berperan sebagai agen pengikat antara pewarna dan serat, meningkatkan penyerapan dan pengikatan pewarna pada kain. Ada berbagai jenis mordan yang dapat digunakan dalam pewarnaan alami. Beberapa mordan yang umum digunakan meliputi alum, besi, tembaga, timah, dan krom. Kalium aluminium sulfat adalah mordan yang paling sering digunakan untuk serat dan kain protein serta serat dan kain selulosa. Jenis mordan yang digunakan tergantung pada jenis serat, warna yang diinginkan, dan metode pewarnaan.
5. **Pewarnaan:** Kain atau bahan yang akan diwarnai direndam dalam larutan pewarna dan dibiarkan meresap selama periode waktu tertentu. Lama waktu dan suhu akan tergantung pada jenis bahan tanaman yang digunakan dan warna yang diinginkan.
6. **Pembilasan:** Kain atau bahan diangkat dari larutan pewarna dan dibersihkan untuk menghilangkan pewarna berlebih.
7. **Pengeringan:** Kain dikeringkan dan dapat dicuci atau diberi perlakuan dengan fiksatif untuk meningkatkan ketahanan warna.

Proses yang tepat dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan tanaman yang digunakan, warna yang diinginkan, dan jenis kain atau bahan yang akan diwarnai. Namun, langkah-langkah dasar dalam persiapan larutan pewarna, pewarnaan bahan, pembilasan, dan pengeringan tetap sama.

Kain Organik

Beberapa jenis kain organik yang umum digunakan untuk pewarnaan alami dan telah banyak diteliti sebelumnya adalah sbb [13], [24], [25]:

- Kain katun adalah jenis kain yang terbuat dari serat katun yang dihasilkan dari tanaman kapas. Serat katun adalah serat selulosa yang poros dan memiliki daya serap tinggi memungkinkan pewarna alami melekat dengan baik pada serat kain. Kelebihan kain katun untuk pewarna alami meliputi kemampuan daya serap yang baik, ketahanan serat yang kuat selama proses pewarnaan, selain itu ia minim risiko reaksi alergi pada kulit, dan ramah lingkungan. Hasilnya, pewarna alami dapat menciptakan warna-warna unik dan tahan lama pada kain katun, yang sering digunakan dalam tekstil tradisional dan pakaian mode yang berfokus pada keberlanjutan.
- Wol adalah jenis kain yang terbuat dari serat wol yang dihasilkan dari bulu domba atau hewan lain. Kain wol memiliki sifat yang baik untuk pewarna alami karena bersifat poros dan dapat menyerap warna dengan baik
- Kain sutra, terbuat dari serat alami yang diekstraksi dari kepompong ulat sutera, dikenal karena kemewahannya, kelembutan, dan kilau alaminya. Kain ini memiliki kualitas tinggi yang sering

digunakan dalam pakaian mewah dan gaun pengantin. Kelembutan sutra cocok untuk pakaian dan produk yang bersentuhan dengan kulit, sementara kilau alami sutra memberikan tampilan elegan. Sutra juga memiliki kemampuan menyerap kelembaban yang baik, tidak mengiritasi kulit, dan jika dirawat dengan baik, bisa tahan lama.

- Linen adalah serat panjang dan kuat yang diperoleh dari batang tanaman rami. Ini adalah serat yang kuat dan tahan lama yang umum digunakan untuk pewarnaan alami dan dikenal karena kemampuannya menyerap warna yang terang dan jernih.
- Kain hemp, juga dikenal sebagai "kain rami" atau "kain kanabis," terbuat dari serat tanaman hemp (*Cannabis sativa*). Kain ini terkenal karena seratnya yang kuat, tahan lama, dan ramah lingkungan. Keunggulan utama kain hemp termasuk kekuatan dan daya tahan yang tinggi, serta kemampuan menyerap kelembaban. Selain itu, pertumbuhan tanaman hemp memerlukan sedikit pestisida dan herbisida, menjadikannya pilihan yang ramah lingkungan. Kain hemp digunakan dalam berbagai produk, termasuk pakaian luar, tas, dan produk tekstil lainnya, dengan umur pakai yang lebih lama daripada serat lainnya.

Untuk menjaga kesadaran lingkungan selama proses pewarnaan alami, ada tren berkembang untuk menggunakan bio-mordant sebagai alternatif untuk mordant logam. Bio-mordant adalah zat alami yang digunakan untuk meningkatkan daya tahan warna dan intensitas pewarna dalam proses pewarnaan [14]. Bio-mordant biasanya berasal dari sumber-sumber tanaman, seperti akar, kulit, daun, dan buah-buahan, dan dianggap ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan kimia beracun [15].

Terdapat beberapa jenis bio-mordant [14], [15]:

- Mordant berbasis tanin: Tanin adalah senyawa yang ditemukan dalam banyak tanaman yang memiliki kemampuan untuk memperbaiki pewarna pada serat kain. Mordant berbasis tanin termasuk bahan seperti teh, dan kulit serta biji buah seperti kulit bawang dan kulit delima.
- Mordant asam buah: Beberapa buah, seperti apel dan lemon mengandung asam yang dapat digunakan sebagai mordant. Asam-asam ini membantu memperbaiki pewarna pada serat kain dan meningkatkan daya tahan warna.
- Mordant enzimatis: Enzim adalah protein yang dapat digunakan untuk mengubah struktur serat, sehingga membuatnya lebih responsif terhadap pewarna. Mordant enzimatis dapat dibuat dari bahan seperti kedelai dan madu.
- Mordant berbasis alum: Alum adalah mineral alami yang dapat digunakan sebagai mordant. Mordant berbasis alum biasanya digunakan bersama dengan zat alami lain, seperti tanin, untuk meningkatkan daya tahan warna dan intensitas. Aluminium asetat adalah mordant alum yang populer untuk serat selulosa dan kain.

Sifat dan keunggulan masing-masing bio-mordant bervariasi, dan pilihan mordant yang digunakan bergantung pada faktor-faktor seperti material yang akan diwarnai, warna yang diinginkan, dan ketersediaan sumber daya. Bio-mordant memainkan peran penting dalam pewarnaan alami karena mereka meningkatkan kecerahan dan daya tahan pewarna, menghasilkan warna yang cerah dan tahan lama.

Peran Warna dalam Mainan untuk Anak usia dibawah 1 tahun

Mainan berwarna-warni dapat membantu anak berusia dibawah 1 tahun mengembangkan penglihatan mereka dan menjaga perhatian mereka [7]. Penelitian oleh [8] telah menemukan bahwa warna memiliki peran penting dalam perkembangan kemampuan kognitif anak-anak. Ruang bermain yang cerah dan berwarna-warni dapat memengaruhi perkembangan anak dengan mengubah suasana hati yang buruk dan memberikan mereka kosakata untuk menggambarkan dunia di sekitar mereka. Selain itu, warna-warna hangat seperti oranye dan kuning dapat memiliki efek signifikan pada perkembangan anak-anak [26].

Menurut [27], kombinasi warna hijau dan oranye atau hijau dan merah merupakan beberapa pilihan warna cat yang netral terbaik untuk kamar bayi yang dapat merangsang pemikiran bayi dan mendorong perkembangan kognitif. Selain itu, warna-warna primer seperti merah, hijau, kuning, dan biru juga sangat menarik bagi anak-anak kecil, sedangkan hitam dan putih, kuning muda dan ungu cerah, hijau tua dan merah, biru navy dan oranye, atau marun dan kuning muda dapat memberikan bentuk dengan kontras tinggi untuk membantu perkembangan visual.

Pedoman Desain untuk Mainan Berkelanjutan

Studi ini berfokus pada aplikasi produk desain mainan untuk anak usia dibawah 1 tahun. Mainan dipilih karena pada tahap ini, anak-anak sedang aktif menjelajahi dunia mereka dengan menggunakan indera, terutama penglihatan dan perabaan. Mainan yang berwarna-warni dengan pewarna alami dapat merangsang penglihatan mereka yang sedang berkembang, membantu mereka membedakan warna, dan mengembangkan persepsi visual mereka. Ini adalah bagian penting dalam pembentukan dasar keterampilan kognitif dan sensorik anak. Mainan secara spesifik ditujukan untuk anak usia dibawah 1 tahun karena kulit mereka yang sensitif dan sistem kekebalan tubuh yang masih berkembang, sehingga penting untuk memastikan bahwa mainan yang mereka mainkan tidak mengandung bahan beracun dan bebas dari bahan kimia berbahaya [9]. Selain itu, penelitian sebelumnya telah menyarankan beberapa pedoman untuk mendesain mainan berkelanjutan yang aman, ramah lingkungan, dan memberikan rasa kesenangan yang berkelanjutan. Pedoman ini berfungsi sebagai acuan untuk merancang mainan yang sejalan dengan prinsip-prinsip keberlanjutan [28], [29]:

1. Perkembangan Usia Anak: Desainer harus mempertimbangkan berbagai tahap perkembangan anak seperti fisik, kognitif, sensor-motorik, sosial, dan emosional. Dengan melakukannya, mereka dapat merancang mainan yang sesuai dengan kebutuhan nyata anak-anak pada berbagai tahap perkembangan daripada hanya mengikuti tren terbaru atau tuntutan pasar. Penting bagi para desainer untuk memahami kebutuhan dan kemampuan khusus anak-anak pada berbagai usia untuk menciptakan mainan yang tidak hanya menyenangkan tetapi juga bermanfaat untuk pertumbuhan dan perkembangan mereka.

2. Pemilihan Bahan: Saat memilih bahan yang terbaik untuk mainan, harus dipertimbangkan beberapa faktor. Pertama, desainer harus mempertimbangkan keamanan bahan; bahan harus tidak beracun dan tidak menimbulkan risiko alergi pada anak. Selain itu, dampak lingkungan dari bahan juga harus dipertimbangkan. Contohnya adalah kapas organik, bambu, dan kayu, yang merupakan bahan berkelanjutan. Selanjutnya, desainer harus memilih bahan yang tahan lama dan sulit rusak. Keempat, biaya bahan juga harus dipertimbangkan agar sesuai dengan anggaran target market. Kelima, desainer harus mempertimbangkan penggunaan bahan yang diproduksi secara lokal dan lebih dekat dengan lokasi produksi, yang dapat mengurangi emisi karbon dengan membatasi jumlah energi yang diperlukan untuk transportasi. Keenam, desainer harus mempertimbangkan kemampuan manufaktur dari bahan yang sederhana dan mudah diproduksi menggunakan proses manufaktur standar.

3. Daya Tahan: Desainer harus merancang mainan yang tahan lama sehingga dapat diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Untuk merancang mainan yang tahan lama, desainer harus menggunakan bahan berkualitas tinggi, dan mainan harus dibuat dan dirakit dengan baik. Tidak boleh ada bagian yang mudah lepas atau mudah rusak. Sebelum membawa mainan ke pasar, desainer harus menguji mainan untuk memastikan bahwa mainan tersebut dapat dimainkan dengan aman dan dapat bertahan dari penggunaan normal.

4. Kemampuan Bermain yang Luas: Desainer harus merancang mainan yang dapat digunakan dalam berbagai skenario permainan-pendidikan, mendorong kreativitas dan imajinasi. Selain memiliki berbagai skenario bermain, desainer juga harus merancang mainan dengan tantangan yang dapat disesuaikan, sehingga mainan dapat terus mendukung pertumbuhan dan perkembangan anak-anak sambil tetap menghibur mereka.

5. Daur Ulang: Desainer harus mempertimbangkan penggunaan bahan daur ulang seperti kertas, karton, dan plastik daur ulang. Selain memilih bahan daur ulang, desainer juga harus mengurangi kompleksitas

desain dengan menghindari penggunaan berbagai bahan atau desain yang rumit yang dapat membuat mainan sulit didaur ulang. Desainer harus menggunakan komponen dan bentuk standar yang dapat dengan mudah dipisahkan untuk didaur ulang atau digunakan kembali untuk mengurangi kompleksitas.

6. Kemasan: Desainer harus mempertimbangkan penggunaan bahan kemasan ramah lingkungan dan dapat terurai secara alami, seperti kertas atau karton, bukan plastik, karena pemilihan kemasan berkelanjutan dapat mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan oleh mainan. Selain itu, konsumen kini semakin sadar akan peran kemasan dalam lingkungan dan bersedia bertindak dalam hal ini [30].

7. Proses Manufaktur: Desainer harus memastikan bahwa proses manufaktur bersifat ramah lingkungan dengan mengurangi limbah, memastikan ketersediaan bahan di masa depan, dan meminimalkan dampak transportasi. Hal ini dapat dilakukan melalui strategi seperti pengurangan, penggunaan ulang, daur ulang, dan pembuatan ulang, yang mengurangi polusi dan limbah industri. Selain proses, desainer juga harus mempertimbangkan tingkat keahlian dan keterampilan yang diperlukan untuk proses manufaktur agar dapat dengan mudah direplikasi.

3. Metode

Penelitian ini menggunakan desain studi eksploratif kualitatif dengan pendekatan eksperimen dan desain untuk menginvestigasi topik desaineran mainan berkelanjutan dengan pewarna alami, yang sebelumnya belum pernah dibahas secara mendalam. Metodologi penelitian melibatkan beberapa langkah. Pertama, dilakukan tinjauan pustaka komprehensif untuk mengkaji penelitian sebelumnya tentang pewarna alami, termasuk prosesnya, tekstil yang digunakan, dan sumber tumbuhan yang dapat menghasilkan pewarna warna-warni. Selain itu, penelitian sebelumnya tentang mainan berkelanjutan juga dikumpulkan. Kedua, eksperimen dilakukan untuk menentukan sumber tumbuhan dan jenis kain yang optimal yang dapat menghasilkan warna terbaik dan cocok untuk perkembangan anak-anak. Ketiga, proses desain diimplementasikan untuk menciptakan dua mainan berkelanjutan menggunakan kain yang diwarnai alami, dengan mengikuti pedoman mainan berkelanjutan. Keempat, prototipe diuji oleh lima belas ibu untuk mendapatkan umpan balik awal. Terakhir, penelitian ini menghasilkan rekomendasi metodologi desain untuk menciptakan mainan berkelanjutan dan berwarna-warni yang aman untuk bayi usia 0-6 bulan.

4. Hasil

4.1 Eksperimen

Bagian hasil penelitian ini terbagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama menggambarkan proses eksperimen, yang bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai variasi warna – warna cerah yang dapat dicapai dengan menggunakan pewarna alami dari tumbuhan pada kain alami. Bagian kedua menjelaskan proses desain, yang melibatkan penggunaan kain yang telah diwarnai dengan pewarna alami sebagai bahan dasar dalam menciptakan mainan. Mainan ini dirancang untuk memberikan stimulasi motorik dan kognitif kepada bayi yang berusia 0 hingga 6 bulan sambil tetap menjunjung prinsip ramah lingkungan.

Tim penelitian melakukan beberapa eksperimen dengan tujuan untuk mengekstrak pewarna warna-warni dari tumbuhan. Resep khusus yang digunakan dalam setiap eksperimen dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Resep Eksperimen

Resep pewarna alami	Waktu (Api kecil 90°C)
3 potong kulit alpukat dengan 1,5 liter air	1 jam
4 potong kulit manggis dengan 1,5 liter air	1 jam
50 gram kunyit dengan 1,5 liter air	1 jam
250 gram kol merah dengan 1,5 liter air	45 menit
1 ikat bayam dengan 1 liter air	1 jam
15 gram kulit bawang dengan 1,5 liter air	45 menit

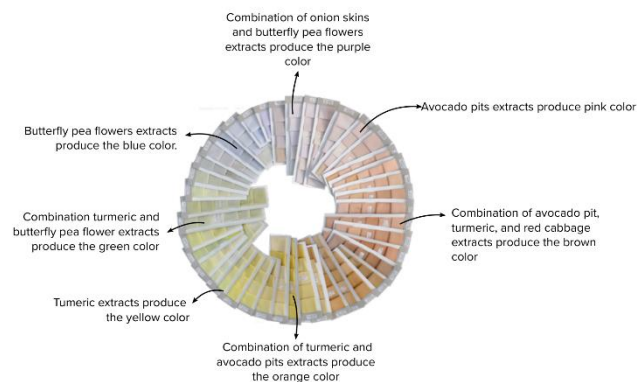
Resep pewarna alami	Waktu (Api kecil 90°C)
50 daun suji dengan 1 liter air	45 menit
10 gram bunga telang dengan 1,5 liter air	1 jam

Eksperimen dibagi menjadi empat tahap: tahap pertama bertujuan untuk mengekstrak berbagai warna dari tanaman. Tahap kedua bertujuan untuk mengidentifikasi bio-mordant optimal yang meningkatkan intensitas warna dan daya tahan pada kain organik. Tahap ketiga berfokus pada mengidentifikasi kain organik yang paling cocok untuk menyerap warna secara efektif. Terakhir, tahap keempat melibatkan pengujian pencucian selama lima siklus untuk menilai daya tahan warna.

Hasil dari empat tahap eksperimen ini dijelaskan dalam gambar 1 dan 2.



Gambar 1 Proses Eksperimen Pewarnaan Kain dengan Pewarna Alami Berbasis Tumbuhan



Gambar 2 Beragam Rentang Warna dari Pewarna Berbasis Tumbuhan

Dari empat tahap eksperimen, dapat disimpulkan bahwa:

Untuk mengekstrak warna dari berbagai bagian tanaman, disarankan untuk menggunakan pendekatan suhu rendah, dengan rentang suhu antara 60 hingga 90°C. Metode ini memudahkan ekstraksi warna tanpa mengekspos sampel pada panas yang berlebihan.

Untuk mendapatkan warna yang kuat, peneliti telah mengidentifikasi beberapa tanaman yang efektif (lihat gambar 2), termasuk biji alpukat (yang menghasilkan warna merah muda dengan rasio warna terhadap air 1:10), kunyit (yang menghasilkan warna kuning dengan rasio warna terhadap air 1:30), dan

bunga kembang telang (yang menghasilkan warna biru dengan rasio warna terhadap air 1:60). Dengan menggabungkan berbagai ekstrak warna dalam rasio 50:50, rentang warna yang lebih luas dapat dicapai. Misalnya, ungu dapat dihasilkan dengan menggabungkan kulit bawang dengan bunga kembang telang, oranye dapat dihasilkan dengan menggabungkan kunyit dan biji alpukat, dan hijau dapat dihasilkan dengan menggabungkan kunyit dan bunga kembang telang. Terakhir, kombinasi ekstrak biji alpukat, kunyit, dan kol merah dapat menghasilkan warna coklat.

Pada tahap kedua eksperimen, tujuan peneliti adalah menentukan bio-mordant yang paling efektif dalam meningkatkan daya tahan warna pada kain organik. Setelah melakukan beberapa percobaan dan evaluasi, kami menyimpulkan bahwa metode perlakuan terbaik adalah pre-mordanting dengan garam, menggunakan rasio air-garam 1:4. Pre-mordanting dengan susu kedelai, menggunakan rasio air-susu kedelai 1:5, menjadi pilihan terbaik berikutnya (lihat gambar 1). Hasil ini menyoroti peran penting pre-mordanting dalam meningkatkan daya tahan warna pada kain organik. Temuan ini didukung oleh [15] yang menunjukkan bahwa penggunaan pre-mordanting dapat signifikan meningkatkan intensitas warna dan keseragaman.

Pada tahap ketiga eksperimen bahwa baik kain hemp maupun kain katun sangat efektif dalam menyerap pewarna alami. Hal ini didukung oleh temuan [25], yang mengamati bahwa kain-kain ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan warna-warna yang cerah dan konsisten karena struktur serat alami yang kuat dan kemampuan menahan kelembaban yang tinggi. Temuan kami menyarankan bahwa desainer dan produsen tekstil sebaiknya mempertimbangkan penggunaan kain-kain ini jika mereka bertujuan untuk menghasilkan tekstil yang diwarnai secara alami berkualitas tinggi. Selain efektif dalam menyerap pewarna alami, kain hemp memberikan tekstur kasar yang dapat memberikan stimulasi taktil yang bermanfaat untuk bayi. Di sisi lain, katun memiliki tekstur yang lebih lembut, membuatnya nyaman bagi kulit bayi.

Selain efektivitas hemp dan katun dalam menyerap pewarna alami dan berfungsi sebagai mainan lembut, keduanya adalah bahan yang berkelanjutan karena membutuhkan lebih sedikit air dan lahan untuk tumbuh dibandingkan dengan tanaman lain seperti katun [31]. Produksi hemp membutuhkan kurang dari sepertiga air yang dibutuhkan untuk katun dan menghasilkan 220% lebih banyak serat. Tanaman ini tumbuh tanpa perlu herbisida dan insektisida berbahaya, yang dapat memperbaiki kualitas tanah [32]. Hemp organik adalah salah satu serat paling berkelanjutan dengan dampak lingkungan yang lebih rendah [33]. Hemp umumnya merupakan tanaman dengan dampak lingkungan yang lebih rendah yang dapat diubah menjadi kain secara bertanggung jawab [34].

Temuan lain dari tahap ketiga eksperimen, proses pewarnaan, peneliti menemukan bahwa pemanasan tambahan diperlukan untuk hasil pewarnaan yang lebih baik. Warna diserap lebih cepat dan menjadi lebih pekat ketika digunakan api kecil selama proses pewarnaan. Namun, penting untuk memastikan bahwa pewarnaan kain merata selama proses pemanasan dengan sering membalikinya. Selain itu, durasi perendaman juga dapat memengaruhi tingkat konsentrasi pewarna.

Pada tahap keempat eksperimen ditemukan bahwa untuk mencegah warna kain memudar dengan cepat, lebih baik menggunakan air dingin saat mencuci. Jika deterjen diperlukan, hindari langsung mengekspos kain padanya dengan cara mencampur deterjen dengan air terlebih dahulu kemudian baru menambahkan kain. Saat mengeringkan kain setelah mencuci, hindari mengeksposnya langsung pada sinar matahari. Sebaliknya, biarkan kering di area yang terventilasi baik atau teduh. Jika perlu menyetrika, gunakan setrika dengan suhu yang rendah.

Setelah menyelesaikan serangkaian eksperimen untuk menemukan bahan terbaik dalam merancang mainan yang ramah lingkungan bagi anak, langkah berikutnya adalah merancang produk. Dengan mempertimbangkan panduan untuk merancang mainan berkelanjutan serta hasil dari eksperimen, diputuskan bahwa mainan berbahan kain adalah pilihan yang optimal. Mainan kain yang terbuat dari kain organik dan diwarnai secara alami masih jarang ditemui di pasaran, sehingga memberikan potensi besar untuk inovasi. Peneliti merancang mainan kain ini khusus untuk bayi usia 0-6 bulan, dengan tujuan

memberikan produk yang aman, ramah lingkungan, dan berkualitas tinggi untuk perkembangan awal mereka.

2. Proses Desain

Proses desain dibagi menjadi tiga tahap: tahap ideasi, pembuatan prototipe, dan pengujian. Pada tahap ideasi, peneliti mengembangkan gagasan untuk menciptakan karakter mainan dari tanaman sumber pewarna alami, seperti alpukat, bawang, kunyit, dan kubis. Peneliti mengembangkan dua gagasan. Gagasan pertama adalah merancang mainan kain berdasarkan bentuk alpukat, bawang, kunyit, dan kubis dengan bel didalamnya sehingga ketika digerakkan mainan dapat mengeluarkan suara. Gagasan kedua, peneliti mengembangkan konsep untuk mainan dengan tujuan menerapkan prinsip fleksibilitas, yang melibatkan merancang mainan yang dapat digunakan dalam berbagai skenario permainan edukatif. Untuk mencapai hal ini, mainan kain dirancang dalam bentuk kubus dengan enam sisi yang memberikan rangsangan sensorik yang berbeda sesuai dengan usia dan perkembangan bayi. Setiap sisi memiliki warna dan tekstur yang unik, sementara bel di dalamnya merangsang indera pendengaran.

Selama tahap pembuatan prototipe, dua desain tersebut diciptakan. Untuk membantu perkembangan penglihatan bayi dan mempertahankan perhatian mereka, dipilih warna-warna yang kontras berdasarkan pilihan warna hasil eksperimen. Misalnya, biru ditempatkan berdampingan dengan coklat untuk mencapai kombinasi warna yang menciptakan kontras tinggi (lihat gambar 2). Pada tahap ini, juga dipilih bahan tambahan yang juga berkelanjutan dan memiliki dampak lingkungan yang lebih kecil. Oleh karena itu, dipilih Dacron organik untuk isi mainan lembut dan kayu pinus. Selama tahap ini, juga dipastikan bahwa kedua mainan kain dapat diproduksi menggunakan mesin jahit standar dan tidak memerlukan keterampilan jahit khusus dalam proses manufaktur, sehingga mudah untuk direplikasi.



Gambar 3 Proses Desain dan Pembuatan Prototipe untuk Mainan Kain A



Gambar 4 Proses Desain dan Pembuatan Prototipe untuk Mainan Kain B

Setelah berhasil menciptakan dua prototipe, kedua mainan lembut tersebut diuji kepada 15 ibu yang memiliki bayi berusia 0 - 6 bulan. Selama prosedur pengujian pengguna, peneliti pertama-tama memberikan penjelasan tentang kedua prototipe dan menyoroti fitur-fitur uniknya, yang mencakup pembuatan dari bahan alami dan pewarnaan dengan pewarna alami. Selain itu, peneliti menjelaskan tujuan pendidikan dari setiap fitur tersebut dan memberikan skenario bermain yang berbeda dengan mainan lembut tersebut. Kemudian kami memberikan waktu 15 menit kepada ibu-ibu untuk berinteraksi dengan kedua prototipe. Terakhir, kami memberikan kuesioner untuk mengevaluasi pengalaman mereka dengan setiap mainan lembut. Kami memilih tiga ibu secara acak untuk menerima prototipe sebagai ucapan terima kasih atas partisipasi mereka dalam pengujian pengguna.

Data demografi mayoritas dari para wanita adalah sebagai berikut:

- 31,3% wanita berusia 24-29 tahun.
- 37,5% adalah ibu yang bekerja dan 31,3% adalah ibu rumah tangga full-time.
- 50% dari mereka memiliki gelar sarjana.
- 80% dari mereka berasal dari Jakarta dan Tangerang.
- 31,3% dari mereka memiliki bayi berusia kurang dari 3 bulan, sementara 31,3% lainnya memiliki bayi berusia antara 3-6 bulan.
- Frekuensi paling umum dalam membeli mainan untuk bayi mereka adalah sekali sebulan (31,3%), dan mereka cenderung membeli mainan melalui marketplace online (81,3%).

Satu set data lainnya berkaitan dengan perilaku konsumen mereka saat membeli mainan untuk bayi mereka.

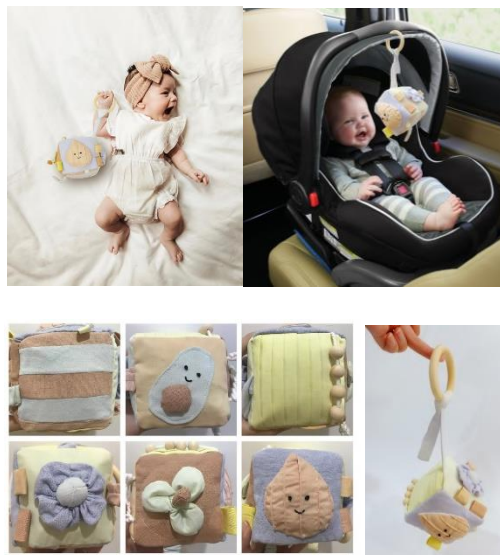
- 68,8% dari ibu-ibu yang disurvei tidak familiar dengan mainan yang terbuat dari bahan organik dan alami.
- Ketika membeli mainan untuk bayi mereka, tiga hal utama yang mereka cari adalah kualitas bahan dan pembuatan, desain, dan harga yang ekonomis.

- Keputusan pembelian mereka biasanya dipengaruhi oleh preferensi pribadi, rekomendasi dari ahli, dan diskon. Mengenai perilaku berkelanjutan, mereka cenderung menggunakan ulang kemasan dan mengurangi penggunaan kemasan sekali pakai saat berbelanja.

Responden diminta untuk memberikan tanggapan mereka dalam skala Likert 1 (kurang baik), 2 (cukup baik), 3 (baik), 4 (sangat baik) untuk prototipe mainan kain A dan B.



Gambar 5 Prototipe A: Mainan kain terinspirasi oleh tanaman penghasil pewarna alami



Gambar 6 Prototipe B: Mainan kotak berbahan kain.

Setiap sisi memiliki elemen taktil yang berbeda yang dapat diraba dan dimainkan oleh bayi, membantu meningkatkan keterampilan motorik kasarnya (lihat gambar 6).

Tabel 2 User Testing Results

No.	Pertanyaan	Nilai rata – rata prototipe A	Nilai rata – rata prototipe B
1	Secara keseluruhan, mainan ini membuat saya tertarik	3.44	3.44
2	Kombinasi warna dari mainan ini cukup merangsang untuk bayi saya	2.81	2.81
3	Fitur dan fungsi dari mainan ini cukup merangsang untuk bayi saya	3.25	3.19
4	Mainan ini terlihat aman untuk bayi saya	3.62	3.75
5	Mainan ini terlihat nyaman untuk bayi saya (terbuat dari bahan alami)	3.69	3.69
6	Keuntungan dari mainan ini yang terbuat dari bahan alami dan pewarna membuat saya tertarik	3.5	3.5
7	Fitur favorit dari mainan lembut adalah	• Dapat digantung. • Dilengkapi dengan bel • Edukatif • Bahan yang lembut • Melatih keterampilan motorik kasar	• Kualitas baik • Bentuk dan tekstur pada mainan • Bahan yang aman • Menstimulasi keterampilan motorik kasar • Berbagai fitur pada setiap sisi
8	Fitur yang paling tidak disukai dari mainan lembut adalah	• Tidak dapat bergetar. • Tampak seperti mainan untuk bayi perempuan. • Warna tidak cukup kontras. • Kombinasi warna tidak cukup bervariasi.	
9	Saya berniat untuk membeli mainan lembut ini di masa depan.	2.13	

Berdasarkan hasil studi eksplorasi, penelitian menyimpulkan bahwa kain organik yang diwarnai dengan biji alpukat, kunyit, dan bunga telang dapat digunakan sebagai bahan untuk mainan berkelanjutan. Mainan berkelanjutan tidak selalu harus terbuat dari bambu atau kayu. Studi ini telah menunjukkan bahwa memungkinkan untuk menciptakan mainan berkelanjutan dengan kain yang diwarnai secara alami. Untuk mencapai hal ini, direkomendasikan penggunaan katun atau rami sebagai bahan tekstil, serta memanfaatkan biji alpukat, kunyit, dan bunga telang sebagai sumber warna alami utama. Warna-warna ini dapat diekstraksi dari tanaman ini dengan menggunakan pendekatan suhu rendah, dengan suhu berkisar antara 60 hingga 90°C. Juga disarankan untuk melakukan pre-mordan pada kain dengan garam atau susu kedelai sebelum proses pewarnaan. Selama proses pewarnaan, sebaiknya menggunakan air panas karena penyerapan warnanya lebih baik pada suhu yang lebih tinggi. Untuk menjaga ketahanan warna, kami merekomendasikan mencuci kain dengan air dingin.

Selain dari eksperimen, telah ditekankan pentingnya perkembangan usia anak, pemilihan bahan, fleksibilitas, dan metode manufaktur dari pedoman desain mainan berkelanjutan selama proses desain. Pertama, saat menghasilkan ide untuk mainan, penting untuk mempertimbangkan tahap perkembangan anak karena pada akhirnya, mainan dibeli untuk nilainya dalam pendidikan. Kedua, setelah generasi ide dilanjutkan dengan proses pembuatan prototipe. Selama proses ini, penting untuk memilih bahan yang aman untuk bayi dan lingkungan. Selain itu, bahan-bahan tersebut perlu diproduksi dengan proses manufaktur yang mudah direplikasi. Dengan memilih ini, dapat pula mengatasi masalah daur ulang. Selain itu, merancang mainan yang serbaguna dan berkualitas baik akan memastikan daya tahan dan

kemampuan untuk digunakan dalam jangka waktu yang lama. Temuan ini sesuai dengan [29] yang juga menekankan pentingnya memilih bahan yang dapat terurai secara alami untuk mainan. Ini berarti bahwa penelitian saat ini bukanlah satu-satunya yang menganjurkan penggunaan bahan ramah lingkungan dalam pembuatan mainan.

Selain dari pedoman desain mainan berkelanjutan, direkomendasikan agar para desainer menggunakan kombinasi warna komplementer untuk menyediakan pilihan warna-warni yang kontras bagi mainan berkelanjutan. Opsi warna-warni ini memberikan pengayaan sensori bagi bayi. Penelitian kami telah menghasilkan palet warna pastel yang dapat menjadi solusi terhadap masalah yang ditemukan oleh [7], yang menunjukkan bahwa warna dengan kontras tinggi dapat menjadi gangguan yang kuat dan menimbulkan perilaku yang mengganggu pada anak-anak prasekolah. Penjelasan lain dibuat oleh [35], yaitu bahwa perhatian anak-anak mudah teralih oleh rangsangan yang mengganggu, dan anak-anak di bawah usia 10 tahun lebih rentan terhadap gangguan dibandingkan dengan orang dewasa.

Berdasarkan umpan balik yang diterima mengenai fitur yang paling tidak disukai dari mainan berbahan kain, target market berharap mainan memiliki lebih banyak fitur edukatif yang lebih banyak seperti dapat bergetar, kombinasi warna yang bervariasi dan lebih terlihat seperti mainan yang dapat dimainkan anak laki-laki dan perempuan. Selain menambahkan lebih banyak fitur, untuk mengatasi masukan bahwa mainan terlihat seperti mainan untuk anak perempuan. Di masa depan, mainan harus menggunakan warna-warna netral gender seperti kuning, hijau, dan putih daripada merah muda dan biru.

Temuan menarik lainnya adalah bahwa responden menyatakan niat untuk membeli produk tersebut di masa depan. Kombinasi fitur fungsional dan penggunaan bahan organik dalam produk mainan, ditambah dengan kenyataan bahwa kain diwarnai secara alami, telah terbukti menjadi strategi yang berhasil dalam mendorong pasar untuk membeli mainan berkelanjutan. Tanggapan positif ini dapat diatribusikan kepada peningkatan permintaan akan produk berkelanjutan dan ramah lingkungan di pasar saat ini, karena konsumen semakin sadar akan dampak keputusan pembelian mereka terhadap lingkungan. Selain itu, fakta bahwa mainan tersebut dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan perkembangan bayi dan memberikan stimulasi sensori melalui penggunaan tekstur dan warna yang berbeda, semakin meningkatkan daya tariknya dan menunjukkan bahwa mainan ini memiliki potensi pasar yang besar.

5. Simpulan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendemonstrasikan secara eksperimental bahwa mainan berkelanjutan dapat dibuat berwarna-warni dan menarik bagi anak-anak. Untuk mencapai hal ini, serangkaian eksperimen dilakukan untuk mengembangkan dan menguji berbagai bahan, serta merancang dan membuat prototipe dua jenis mainan berkelanjutan. Prototipe ini kemudian diuji pasar untuk menilai efektivitas dan daya tariknya di kalangan audiens target. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menunjukkan kelayakan dalam menciptakan mainan berkelanjutan yang tidak hanya berwarna-warni dan menarik bagi anak-anak, tetapi juga ramah lingkungan.

Gambar 1-6 menampilkan pandangan komprehensif tentang proses pengembangan mainan berkelanjutan menggunakan kain yang diwarnai secara alami. Meskipun penelitian ini memiliki keterbatasan-keterbatasan, keterbatasan-keterbatasan tersebut dapat dianggap sebagai peluang untuk penelitian di masa depan. Sementara kami berfokus pada pengembangan mainan berkelanjutan untuk bayi, penelitian di masa depan dapat mengeksplorasi tema pendidikan keberlanjutan untuk kelompok usia prasekolah. Selain itu, penggunaan kain yang diwarnai secara alami dapat diperluas ke area lain dalam permainan anak-anak di sekolah seperti perabotan, karpet, dan dekorasi dinding. Palet warna pastel yang diusulkan dalam penelitian ini menawarkan solusi potensial terhadap masalah bermain yang terlalu merangsang dan mengganggu yang disebabkan oleh warna yang sangat kontras, yang dapat berdampak negatif pada perhatian dan pelaksanaan tugas anak-anak.

Ucapan Terima Kasih

Para penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada Institut Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pelita Harapan atas fasilitas proyek penelitian ini, yang dilakukan dalam kerangka perjanjian P-054-S-SOD/I/2020. Dukungan yang diberikan oleh institut tersebut sangat berperan dalam menjalankan penelitian ini dan mencapai tujuannya. Para peneliti menghargai kesempatan untuk melakukan penelitian ini dan berharap temuan-temuan ini dapat berkontribusi pada pengembangan mainan berkelanjutan dan edukatif untuk anak-anak.

Daftar Pustaka

- [1]. Roger E. Pedersen, 2003. *Game Design Foundation*. Wordware Publishing.
- [2]. Suyanto, 2011. *Artificial Intelligence Searching, Reasoning, Planning dan Learning*. Informatika, Bandung.
- [3]. Arif, Nursida, Febriana S.W, "Penggunaan Metode *Machine Learning* Untuk Pengenalan Pola Tutupan Lahan Pada Citra Satelit", in Proc. Semnasteknomedia 2016, pp1.2-1, 6-7 Februari 2016.
- [4]. Borglet, C, 2003, Finding Association Rules with Apriori Algorithm, <http://www.fuzzy.cs.uniagdeburg.de/~borglet/apriori.pdf>, diakses tgl 23 Februari 2007.