

Eksplorasi *Material Forming*, Pewarnaan, dan *Finishing* Daur Ulang *Polyethylene Terephthalate (PET)* sebagai Kombinasi Material pada Produk Perhiasan

Apriliza Maghrita, Ari Dwi Krisbianto, dan Bambang Tristiyono
Departemen Desain Produk, Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia
e-mail: gacombi@prodes.its.ac.id

Abstrak—Karakteristik Generasi Z menyukai produk *ethical* atau ramah lingkungan, dan dapat dipersonalisasi atau dikustomisasi. Perhiasan *customized* adalah perhiasan yang dapat diubah-ubah *style* atau bentuknya sendiri oleh pengguna sehingga meminimalisir adanya konsumsi aksesoris. Perhiasan *customized* dengan pemakaian material eksplorasi daur ulang dapat membantu terciptanya produk yang ramah lingkungan. Sementara itu, Indonesia menghasilkan sampah plastik yang menyumbang sampah kota sebanyak 10,58%. Untuk mengurangi sampah plastik, daur ulang plastik dapat digunakan untuk mix material produk perhiasan. Ini juga sekaligus untuk meningkatkan harga jual sampah plastik oleh kelompok marginal. Metode penelitian yang digunakan adalah eksplorasi *material forming*, teknik pewarnaan dan *finishing*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah desain perhiasan kustomisasi dengan material atraktif daur ulang *Polyethylene Terephthalate (PET)* yang dapat dikembangkan oleh mitra produksi Rubysh Jewelry, termasuk juga untuk memberdayakan perempuan dari kelompok marginal.

Kata kunci—daur ulang, eksplorasi material, generasi z, material atraktif, perhiasan, PET, plastik.

Abstract—Characteristics of Generation Z are they like ethical or environmentally friendly products, and those products can be personalized or customized. Customized jewelry is jewelry that can be changed by the user's own style or shape to minimize the consumption of accessories. Customized jewelry with the use of recycled exploration materials can help create environmentally friendly products. Meanwhile, Indonesia produces 10.58% plastic waste of municipal waste. To reduce plastic waste, recycled plastic can be used for jewelry products as mixed materials. The use of plastic waste is also at the same time, increases the selling price of plastic waste by marginal groups. The research method used is the exploration of forming materials, coloring and finishing techniques. The results obtained from this research are customized jewelry designs with recycled *Polyethylene Terephthalate (PET)* as attractive materials that can be developed by Rubysh Jewelry-writer's production partners, as well as to empower women from marginal groups.

Keywords—recycle, material exploration, generation z, attractive materials, jewelry, PET, plastic.

I. PENDAHULUAN

Dalam survei yang dilakukan oleh Pew Research Center terhadap Generasi Z, diketahui bahwa Generasi Z-selanjutnya disebut Gen Z, tertarik pada produk dan merek dengan *ethical product* sebagai *product value* merek




tersebut [1]. 70% Gen Z mengatakan bahwa mereka mencoba membeli produk yang berasal dari merek *ethical* [2]. Gen Z meyakini bahwa konsumsi menjadi sarana dalam mengekspresikan diri, untuk itu sebagai pertimbangan tambahan dalam konsumsi produk, Gen Z memilih untuk membeli produk yang dapat memberikan *value* terhadap identitas mereka. Produk yang dapat dipersonalisasi atau dikustomisasi merupakan salah satu hal yang dapat menunjang *value* yang ingin mereka capai [1]. 58% dari konsumen kelas A dan 43% dari konsumen kelas C mengatakan mereka bersedia membayar lebih untuk produk yang dapat dipersonalisasi/dikustomisasi [2].

Perhiasan *customized* adalah perhiasan yang dapat diubah-ubah *style* atau bentuknya sendiri oleh pengguna sehingga meminimalisir adanya konsumsi aksesoris. Perhiasan *customized* dengan pemakaian material eksplorasi daur ulang dapat membantu terciptanya konsep *customized ethical product* yang menjadi *value* Gen Z. Menurut Jenna R. Jambeck dalam artikelnya yang berjudul "Plastic Waste Inputs From Land Into The Ocean" tahun 2015, Indonesia merupakan kontributor sampah plastik ke laut terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok. Indonesia menghasilkan sekitar 105 ribu ton sampah per hari dan diperkirakan akan meningkat menjadi 150 ribu ton pada tahun 2025 menurut The World Bank [3]. Menurut data dari SIPSN pada tahun 2018, di Indonesia jenis sampah kota terbanyak berasal dari sampah organik yaitu sebanyak 42,44%. Sementara itu, plastik menyumbang sampah kota sebanyak 10,58%. 60% dari sampah plastik tersebut berasal dari industri makanan dan minuman dengan masing-masing kategori plastik seperti PE menyumbang 34% sampah plastik, PP 31%, dan PET 12% [4].

Salah satu merek perhiasan lokal yang menjadi mitra riset penulis, Rubysh Jewelry, berkolaborasi dengan perempuan dari kelompok marginal di sekitar pembuangan sampah akhir dalam proses produksinya. Tujuannya adalah untuk menaikkan harga sampah plastik yang mereka jual karena harga jual sampah plastik yang rendah. Pada tahun 2019, harga sampah plastik menurun yaitu Rp4.000/kg saja [5]. Sistem kerjanya adalah kelompok perempuan marginal tersebut diajari untuk memotong plastik PET menjadi bentuk kelopak bunga kemudian dijual kepada Rubysh Jewelry dengan harga yang lebih tinggi dari 1 kg sampah plastik utuh.

Material atraktif daur ulang plastik perlu dikembangkan melalui eksperimen material untuk memahami karakteristik material sehingga didapatkan hasil secara visual yang optimal yang dapat dikembangkan oleh mitra produksi

Tabel 1. Eksplorasi teknik Material Forming

No.	Teknik Eksplorasi	Detail	Hasil
1	Heat Gun dengan Teknik Bending	Modul plastik diletakkan di atas busa, kemudian ditekan pelan menggunakan alat dengan ujung berbentuk bola. Selanjutnya panas dari heat gun diarahkan ke bagian atas dari plastik tersebut. Hasilnya adalah bentuk seperti kelopak bunga yang memiliki cekungan.	
2	Lilin dengan Teknik Ulir	Modul plastik dijepit menggunakan alat penjepit pada ujung atas dan bawah, kemudian dipanaskan dengan lilin. Saat plastik mulai meleleh, modul pelan-pelan di putar dari satu sisi, sehingga bentuknya meliuk.	
3	Lilin dengan Teknik Apit	Modul plastik dijepit menggunakan alat penjepit pada bagian tengahnya kemudian dipanaskan dengan lilin. Saat plastik mulai meleleh, modul pelan-pelan dibentuk menggunakan tangan. Hasilnya adalah kelopak bunga yang seakan-akan mempunyai tulang di tengahnya.	

Rubys Jewelry, termasuk juga untuk memberdayakan perempuan dari kelompok marginal.

Eksplorasi material lebih dikenal sebagai sebuah pendekatan pedagogis daripada sebuah pendekatan berkreasi [6]. Eksplorasi material adalah jenis pendekatan desain bertujuan untuk menemukan hal baru dari material yang diuji berdasarkan karakteristik dari material tersebut. Setelah dilakukan uji material, akan didapatkan respon balik yang khas dari sebuah material. Hal unik dan khas yang didapatkan melalui eksplorasi material dapat dijadikan inspirasi dalam merancang sebuah produk [7]. Beberapa hasil eksplorasi adalah sebagai berikut.

1. Pemanfaatan Teknologi *Laser Cutting* dalam Proses Perancangan Perhiasan Berbahan Akrilik Lembaran dengan Pendekatan Eksplorasi Bentuk.

Pendekatan perlakuan eksplorasi terhadap akrilik yaitu:

- Konsep *layering*, dengan menerapkan teknik lapisan sehingga terbentuk benda 3 dimensi.
- Konsep *heating*, menggunakan teknik pemanasan untuk menemukan bentuk baru.
- Konsep *mix material*, yaitu dengan memadukan akrilik dengan material lain [8].

Pendekatan ini dapat diterapkan pada eksplorasi terhadap material *recycle* plastik juga.

2. Eksplorasi Material PVC Lembaran dari Sampah Sisa Bahan Baku di Industri Alas Kaki.

Dalam penelitian ini didapatkan hasil yang dapat diimplementasikan pada eksplorasi plastik PET yaitu sebagai berikut:

- Mika dapat diolah tekstur/ motif dan warnanya menggunakan pewarna dan panas yang dihasilkan oleh *heat gun*.
- Tekstur dan pola yang dihasilkan dari eksperimen warna tergantung pada durasi proses pemanasan. Semakin lama proses pemanasan, hasil yang

didapatkan semakin kaku dan keras [9].

3. Eksplorasi Sampah Plastik Menggunakan Metode ‘Heating’ Untuk Produk Pakai.

Setelah melalui proses percobaan, ditemukan alternatif sampah plastik yang dapat dieksplorasi menggunakan teknik *heating* yaitu kantong kresek, tutup botol, botol plastik, dan sedotan. Sementara itu teknik *heating* sendiri dapat dikembangkan menjadi pemanasan secara langsung, dilelehkan menggunakan oven, pemanasan menggunakan setrika, dan menggunakan alat solder [10].

II. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Identifikasi

Penelitian diawali dari identifikasi permasalahan dan fenomena yang berada di lingkup Generasi Z dari sudut pandang *fashion* dan lingkungan dari sudut pandang material. Kemudian dilakukan pencarian data riset untuk menjadi landasan dan memperkuat hasil riset.

2. Olah Data Sekunder

Pengumpulan data dilakukan dengan mencari data yang berkaitan dengan permasalahan berupa tinjauan pustaka yang didapatkan dari jurnal-jurnal terkait, artikel internet, dan laporan yang terkait dengan pengolahan daur ulang plastik PET.




3. Olah Data Primer

Untuk pengolahan data primer, penulis melakukan wawancara dengan ahli. Untuk memperkuat informasi dari hasil wawancara ahli, dilakukan eksplorasi material.

4. Eksplorasi

Eksplorasi dilakukan untuk menemukan acuan dalam perancangan, dengan melakukan analisis terhadap

Tabel 2. Eksplorasi teknik *Material Forming* pada botol PET yang berbeda.

No.	Merek Botol	Detail	Hasil
1	Aqua	Modul plastik Aqua sedikit lebih cepat melengkung daripada merek lain. Hasilnya tidak terlalu meliuk dan agak sulit untuk dibentuk.	
2	Sprite	Modul plastik Sprite akan menyusut saat dipanaskan, sehingga luas permukaannya lebih kecil daripada sebelum dipanaskan. Modul plastik ini mudah dibentuk karena tidak setipis Aqua, serta tidak sekeras Teh Pucuk. Karakteristik botolnya tidak memiliki kontur lekukan, sehingga botol plastik dapat dimaksimalkan penggunaannya.	
3	Teh Pucuk	Modul plastik Teh Pucuk juga akan menyusut saat dipanaskan. Bedanya dengan Sprite, plastik ini akan menyusut di bagian samping kemudian memanjang ke sisi bawah/atas. Hasilnya, modul setelah dipanaskan akan lebih ramping dan memanjang daripada sebelum dipanaskan. Bahannya kaku dan keras sehingga sulit untuk dibentuk.	

material forming, treatment, dan finishing terhadap material plastik PET.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Plastik yang digunakan adalah plastik jenis PET karena mudah untuk didaur ulang. Walaupun terkadang ada plastik PET yang tebal dan keras, namun tidak sekeras jenis HDPE. Proses produksi daur ulang dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan alat sederhana, seperti pemotongan dengan gunting. Untuk proses *material forming* dapat menggunakan alat pemanas sederhana seperti lilin atau *heat gun*. Untuk itu, *material forming* pada PET lebih mudah dibandingkan dengan HDPE dan PP yang memerlukan alat atau mesin besar seperti oven, *molding*, atau alat pres.

1. Eksplorasi Teknik *Material Forming*

Untuk mendapatkan alternatif teknik *material forming*, dilakukan eksplorasi pembentukan bahan. Hasil eksplorasi pembentukan adalah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Teknik eksplorasi ini dilakukan kepada 3 botol PET dari merek yang berbeda dan memiliki ketebalan yang berbeda. 3 merek botol PET tersebut adalah Aqua, Sprite, dan Teh Botol. Plastik paling tipis adalah plastik dari botol Aqua. Sementara yang paling tebal dan kaku adalah botol Teh Pucuk.

2. Eksplorasi dan Analisis Teknik Pewarnaan

Untuk mendapatkan alternatif teknik pewarnaan plastik, dilakukan eksplorasi pewarnaan plastik. Eksplorasi dilakukan pada 3 merek botol plastik, yaitu Aqua, Sprite, dan Teh Pucuk. Hasil eksplorasinya adalah sebagaimana dalam Tabel 3 berikut. Dari alternatif teknik pewarnaan tersebut, didapatkan bahwa teknik pewarnaan menggunakan *soft pastel, acrylic lacquer*, atau campuran keduanya menempel dengan baik,

sehingga dapat dilanjutkan proses eksplorasi *finishing* menggunakan teknik pewarnaan tersebut. Dari alternatif teknik pewarnaan tersebut, teknik pewarnaan yang diaplikasikan pada botol Sprite lebih unggul daripada yang lain. Sehingga, botol Sprite menjadi material yang akan digunakan dalam perancangan perhiasan ini.

3. Eksplorasi dan Analisis *Finishing*





Untuk mendapatkan alternatif *finishing*, dilakukan eksplorasi *finishing*. Eksplorasi dilakukan pada merek botol plastik Sprite. Penilaian alternatif *finishing* didasarkan pada baik tidaknya lapisan *finishing* menempel pada plastik dan apakah *finishing*nya mempengaruhi lapisan warnanya. Hasil eksplorasinya adalah sebagaimana dalam Tabel 4. Dari eksplorasi bahan *finishing* tersebut, didapatkan hasil yang paling baik adalah *finishing* berbahan *clear acrylic lacquer*. Pada semua teknik pewarnaan terpilih, hasil dari *finishing* ini menempel dengan baik dan tidak membuat warna luntur.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dalam riset ini, penulis bertujuan untuk mengekspos karakter material plastik PET melalui eksperimen *material forming*, teknik pewarnaan, dan *finishing* yang selanjutnya akan digunakan sebagai material kombinasi produk perhiasan. Dari eksperimen yang telah dilaksanakan, dapat dibuay beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis karakteristik material plastik PET dapat disimpulkan bahwa, ketebalan yang berbeda akan mempengaruhi hasil setelah pemanasan. Plastik yang tipis dan lunak lebih cepat melengkung/mengeriting dan cenderung menyusut luas permukaannya. Sementara plastik yang lebih tebal dan kaku akan cenderung menyusut di bagian samping saja dan memuai panjangnya ke bagian atas atau bawah modul, dengan sedikit lekungan saja (tidak mengeriting).
2. Dari hasil *material forming*, didapatkan bahwa modul plastik memiliki bentuk lekungan yang berbeda

Tabel 3. Eksplorasi teknik pewarnaan










No.	Teknik Pewarnaan	Detail	Hasil
1	<i>Soft pastel</i>	Teknik pewarnaan dilakukan dengan dua percobaan, yaitu pada permukaan yang rata dan pada permukaan yang telah digores menggunakan <i>cutter</i> . Untuk membuat warna dari <i>soft pastel</i> menempel pada plastik, dilakukan proses pemanasan dengan <i>heatgun</i> atau lilin. Hasilnya, pewarnaan dengan proses pemanasan lilin lebih menempel dan berwarna tajam daripada pemanasan menggunakan <i>heat gun</i> . Pemanasan ini sekaligus dilakukan untuk <i>material forming</i> . Jadi proses produksinya adalah pewarnaan, dilanjutkan <i>material forming</i> . Warna juga lebih menempel pada modul plastik dengan permukaan yang tergores. Jadi, perlu diperhatikan pada plastik dengan permukaan yang terlihat rata ketika diusap <i>soft pastel</i> kemudian dipanaskan, karena merupakan material daur ulang jadi ada bagian bagian yang memang sudah tergores dan warna pada bagian yang tergores akan sangat terlihat setelah dipanaskan. Hasil dari pewarnaan ini adalah visual yang transparan. Hasil yang paling baik adalah pewarnaan pada botol Sprite.	
2	<i>Nail lacquer</i>	Percobaan dilakukan dengan 1 kali dan 2 kali lapisan <i>nail lacquer</i> . Hasil dari percobaan kepada 3 merek adalah sama, ketika sudah sangat kering lapisan warna akan menempel dan tidak ada yang luntur. Hasil 1 kali lapisan adalah visual yang agak transparan dengan hasil akhir <i>matte</i> . Sementara hasil dari 2 kali lapisan adalah visual yang <i>matte</i> dan tidak transparan. Kekurangan dari teknik ini adalah ketika modul tergores benda tajam, lapisan akan mengelupas. Sementara itu, proses produksi dari teknik ini adalah dengan melapisi terlebih dahulu modul dengan cat, kemudian dilakukan <i>material forming</i> . Hal ini dilakukan karena ketika material sudah dilakukan <i>material forming</i> terlebih dahulu, bagian-bagian yang mengeriting akan sulit untuk dilapisi cat. Namun, ketika modul dilapisi cat terlebih dahulu, baru kemudian dipanaskan menggunakan <i>heat gun</i> untuk <i>material forming</i> , muncul permasalahan. Pada 1 kali lapisan muncul gelembung-gelembung pada lapisan cat. Pada 2 kali lapisan, lapisan cat mengelupas dan ikut terbakar. Hal ini terjadi pada semua merek plastik.	
3	<i>Acrylic lacquer/ cat semprot</i>	Teknik ini dilakukan dengan melapisi modul plastik menggunakan <i>acrylic lacquer</i> atau cat semprot. Percobaan dilakukan dengan 2 cara, yaitu pelapisan- <i>material forming</i> dan <i>material forming</i> -pelapisan. Pada cara pertama, lapisan cat menempel dengan baik ke semua merek plastik. Hasilnya sedikit transparan. Ketika dilakukan <i>material forming</i> menggunakan <i>heat gun</i> , permukaan yang terkena panas langsung dari <i>heat gun</i> akan muncul bintik-bintik, seperti lapisan cat yang memuai. Sementara sisi lain tidak ada masalah. Tidak ada lapisan cat yang mengelupas di kedua permukaan. Pada cara kedua, lapisan cat tidak menempel dengan baik pada modul plastik yang telah dilakukan <i>material forming</i> . Karena modul sudah mengeriting jadi ada bagian yang cembung. Ketika diberi lapisan cat, saat proses pengeringan, cat akan mengendap di cembungan tersebut. Hasilnya, walau cat sudah kering, cat di bagian tersebut ketika digores dengan benda tajam akan mengelupas. Lalu juga ada bagian yang sulit dijangkau oleh cat semprot ini karena modul plastiknya mengerut.	
4	<i>Campuran acrylic lacquer dan soft pastel</i>	Teknik ini dilakukan dengan melapisi modul dengan cat <i>acrylic lacquer</i> terlebih dahulu. Setelah kering, modul digores menggunakan <i>cutting pen</i> . <i>Soft pastel</i> kemudian diusapkan pada bagian yang telah digores dengan cara melawan arah dari goresan tersebut. Kemudian sisa serbuknya diusap menggunakan kapas atau <i>cotton bud</i> agar serbuk yang telah masuk dalam goresan tadi tidak ikut hilang. Pada percobaan sebelumnya, sisa serbuk diusap menggunakan kuas dan hasilnya seluruh serbuk hilang. Setelahnya modul dilakukan <i>material forming</i> dan dicuci menggunakan air. Hasilnya, warna menempel dengan baik ke semua merek botol, kecuali Teh Pucuk.	

sehingga untuk meminimalisir perbedaan bentuk yang sangat mencolok perlu adanya *tooling* untuk menyamakan dimensi atau pola potongan modulnya.

3. Dari hasil eksplorasi teknik pewarnaan dapat disimpulkan bahwa jika modul diberi lapisan warna terlebih dahulu baru kemudian dilakukan *finishing*, saat pemanasan dan plastik memuai, lapisan warna akan ikut

memuai. Untuk selanjutnya, modul plastik perlu dilakukan uji ketahanan warna. Botol plastik bekas ini memiliki kemungkinan sudah tergores benda tajam yang menjadikan permukaannya tidak rata, sehingga pewarnaan perlu diperhatikan terutama ketika menggunakan bahan *soft pastel* karena karakteristik warnanya yang lebih tajam pada permukaan yang

Tabel 4. Eksplorasi finishing

No.	Bahan Finishing	Teknik Pewarnaan	Detail	Hasil
1	Nail Lacquer - Clear	Soft Pastel	Setelah proses pewarnaan dan <i>material forming</i> , modul plastik selanjutnya diberi lapisan <i>finishing</i> berbahan <i>clear nail lacquer</i> . Lapisan <i>finishing</i> cepat mengering sehingga harus cepat diaplikasikan agar hasil akhirnya rata. Setelah mengering, lapisan mudah mengelupas ketika tergores benda tajam dan visualnya menjadi lebih <i>doff</i> , cenderung seperti mengembun.	
		Acrylic Lacquer	Lapisan <i>finishing</i> cepat mengering sehingga pengaplikasiannya harus cepat agar hasil akhirnya rata. Hasilnya lapisan mudah mengelupas ketika tergores benda tajam, bahkan lapisan warnanya juga ikut hilang. Visualnya tetap <i>glossy</i> .	
		Acrylic Lacquer - Soft Pastel	Lapisan <i>finishing</i> cepat mengering. Namun, untuk lapisan warna dari <i>soft pastel</i> menjadi luntur dan bercampur dengan lapisan <i>finishing</i> .	
2	UV Resin - Clear	Soft Pastel	Lapisan <i>finishing</i> sangat lama untuk kering di suhu ruangan. Diperlukan lampu UV untuk mengeringkannya dan resin ini memiliki bau yang menyengat. Setelah kering hasilnya <i>glossy</i> .	
		Acrylic Lacquer	Setelah kering hasilnya <i>glossy</i> . Sedikit terlihat goresan dari kuas saat mengaplikasikan UV resin.	
		Acrylic Lacquer - Soft Pastel	Sama seperti <i>finishing</i> dengan <i>clear nail lacquer</i> , lapisan warna dari <i>soft pastel</i> luntur dan bercampur dengan resin.	
3	Acrylic Lacquer - Clear	Soft Pastel	Lapisan <i>finishing</i> cepat kering walaupun tidak secepat <i>nail lacquer</i> . Hasilnya merata, tidak <i>patchy</i> , dan <i>glossy</i> .	
		Acrylic Lacquer	Setelah kering, lapisan <i>finishing</i> menempel dengan baik, merata, dan <i>glossy</i> .	
		Acrylic Lacquer - Soft Pastel	Tidak seperti bahan <i>finishing</i> yang lain, hasil dari <i>clear acrylic lacquer</i> ini tidak membuat lapisan warna dari <i>soft pastel</i> luntur, jadi hasilnya menempel dengan baik dan visualnya <i>glossy</i> .	

tergores.

4. Dari hasil eksplorasi *finishing* didapatkan bahwa, bahan *finishing* yang pengaplikasiannya menggunakan teknik *spray* atau semprot cenderung lebih kecil resiko membuat pewarnaan tercampur, seperti contohnya pada *finishing* menggunakan bahan *clear acrylic lacquer*. Sementara *finishing* yang pengaplikasiannya menggunakan teknik oles, seperti pada bahan *uv resin* dan *clear nail lacquer*, resiko membuat pewarnaan tercampur lebih besar, apalagi jika bahan pewarnaannya menggunakan *soft pastel*. Selanjutnya perlu dilakukan eksplorasi *joining material* antara plastik dengan plastik, atau plastik dengan material lain seperti logam perhiasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] The Annie E. Casey Foundation. (2021, Jan 12). What Are the Core Characteristics of Generation Z? [Online]. Tersedia pada: <https://www.aecf.org/blog/what-are-the-core-characteristics-of-generation-z>
- [2] Francis, T., & Hoefel, F. (2018, Nov 12). 'True Gen': Generation Z and its implications for companies [Online]. Tersedia pada: <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/true-gen-generation-z-and-its-implications-for-companies>
- [3] World Bank 2021, "Plastic Waste Discharges from Rivers and Coastlines in Indonesia", Marine Plastics Series, East Asia and Pacific Region, Washington DC, 2021. Tersedia pada: <https://www.worldbank.org/in/country/indonesia/publication/plastic-waste-discharges-from-rivers-and-coastlines-in-indonesia>
- [4] Ministry of Environment and Forestry (2020), "National Plastic Waste Reduction Strategic Actions for Indonesia", Republic of Indonesia, 2020. Tersedia pada:

- [5] <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32898/NPWRSI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [6] Febryan (2019, June 20). Pengepul Sampah Keluhkan Harga yang Anjlok [Online]. Tersedia pada: <https://www.republika.co.id/berita/ptcnm0284/pengepul-sampah-keluhkan-harga-yang-anjlok>
- [7] Sachari, A., “Eksplorasi Material Berbasis Permainan Sebagai Pendekatan Berkreasi”, *Panggung*, Vol.25, No. 3, pp. 292, 2015. Tersedia pada: <https://jurnal.isbi.ac.id/index.php/panggung/article/view/25>
- [8] Larasati, A. C., & Tristiyono, B., “Eksplorasi Teknik Membuat Ragam, Finishing dan Joining Bambu sebagai Kombinasi Material Produk Tas Wanita”, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol.8, No. 1, F13-14, 2019. Tersedia pada: https://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/41125
- [9] Putri, M. N., & Ismail, D., “Pemanfaatan Teknologi Laser Cutting dalam Proses Perancangan Perhiasan Berbahan Akrilik Lembaran dengan Pendekatan Eksplorasi Bentuk”, *Jurnal Desain Indonesia*, Vol.2, No. 1, pp. 28, 2020. Tersedia pada: <https://jurnal-desain-indonesia.com/index.php/jdi/article/view/34>
- [10] Qorira, A. A., & Wasito, A., “Eksplorasi Material PVC Lembaran dari Sampah Sisa Bahan Baku di Industri Alas Kaki”, *Jurnal Desain Indonesia*, Vol.2, No. 1, pp. 14-15, 2020. Tersedia pada: <https://jurnal-desain-indonesia.com/index.php/jdi/article/view/36>
- Kusnaedi, I., “Eksplorasi Sampah Plastik Menggunakan Metode ‘Heating’ Untuk Produk Pakai”, *Seminar Nasional Rekayasa dan Desain Itenas 2018*, B-14, 2018. Tersedia pada: <http://eprints.itenas.ac.id/249>