

Eksperimen Limbah kubis Sebagai Alternatif Material *Vegan Leather*

Fitria Nur Rohimah¹, Pricilla Tamara² dan Laurensius Windy Octanio Haryanto³

^{1,2,3}Program Studi Desain produk, Telkom University, Jl. DI Panjaitan No.128, Karangreja, Purwokerto Kidul, Kec. Purwokerto Sel., Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53147
fitrianurrohimah@student.telkomuniversity.ac.id · pricilla@ittelkom-pwt.ac.id · laurensiuswindy@telkomuniversity.ac.id

Abstrak : Produksi kubis di Indonesia menempati posisi tinggi dalam kategori sayuran dengan hasil panen terbesar, salah satunya berasal dari daerah Lembang. Dalam proses distribusi di pasar, pedagang sering memisahkan dan membuang lapisan kulit luar kubis yang rusak atau membusuk, sehingga menghasilkan limbah dalam jumlah besar yang belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan mengolah limbah kubis menjadi material alternatif *vegan leather* yang ramah lingkungan. Metode penelitian dilakukan melalui serangkaian eksperimen, meliputi pemilihan limbah kubis, proses pengolahan, penggunaan bahan perekat alami berbasis bubuk agar-agar dan jelly kiloan, uji coba kekuatan material, serta pengaplikasian material pada produk fesyen dengan berbagai metode, seperti menjahit manual, menjahit dengan mesin, penggunaan lem dan tanpa menggunakan lem ataupun jahitan. Hasil analisis menunjukkan bahwa biomaterial berbasis agar-agar memiliki karakteristik yang lebih stabil, kokoh, dan tahan jamur dibandingkan biomaterial berbahan jelly kiloan, meskipun fleksibilitasnya sedikit lebih rendah. Material yang dihasilkan memiliki tekstur alami menyerupai kulit konvensional, cukup fleksibel, dan tahan lama sehingga berpotensi diaplikasikan pada berbagai produk fesyen, salah satunya sling bag. Penelitian ini membuktikan bahwa limbah kubis dapat diolah menjadi bahan *vegan leather* inovatif yang mendukung nilai keberlanjutan dalam industri fesyen.

Kata kunci : Biomaterial, kulit sintetis ramah lingkungan, limbah kubis

Abstract : *Cabbage production in Indonesia ranks high among vegetables with the largest harvest yields, with one of the key production areas located in Lembang. During the distribution process in markets, vendors often separate and discard the damaged or decayed outer leaves of cabbage, generating large quantities of waste that remain underutilized. This study aims to process cabbage waste into an eco-friendly alternative vegan leather material. The research method was conducted through a series of experiments, including the selection of cabbage waste, processing techniques, the use of natural adhesives based on agar powder and bulk jelly, as well as the application of the material to fashion products using various methods, such as hand stitching, machine stitching, adhesive application, and non-stitch or non-adhesive techniques. The analysis results show that agar-based biomaterials exhibit more stable, durable, and mold-*

resistant properties compared to jelly-based biomaterials, although their flexibility is slightly lower. The resulting material features a natural texture resembling conventional leather, with sufficient flexibility and durability, making it suitable for application in various fashion products, particularly sling bags. This research demonstrates that cabbage waste can be processed into an innovative vegan leather material that supports sustainability values in the fashion industry.

Keywords: Biomaterial, vegan leather, cabbage waste

PENDAHULUAN

Menurut Kementerian Pertanian (2020), Kubis (*Brassica Oleracea L.*) adalah salah satu komoditas hortikultura yang sangat populer di Indonesia dengan nilai rata-rata pertumbuhan sebesar 7,97% dalam periode 2019. Sebagai bagian dari keluarga Brassicaceae, kubis memiliki kandungan gizi yang tinggi, seperti vitamin C, vitamin K, dan serat. Selain itu, kubis juga mengandung senyawa fitokimia yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti antioksidan dan antiinflamasi. Karena nilai gizi dan fungsinya yang baik untuk kesehatan, kubis sering digunakan dalam berbagai hidangan, baik dalam bentuk segar sebagai lalapan maupun diolah dalam masakan.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2023), produksi kubis di Indonesia, yang merupakan salah satu sayuran dengan hasil produksi tinggi, mengalami fluktuasi. Pada tahun 2022, produksi kubis mencapai 15,2 juta ton, meningkat 35% dari tahun sebelumnya. Namun, produksi tersebut menurun sebesar 4,3% pada tahun 2023 menjadi 14,6 juta ton, dipengaruhi oleh faktor cuaca seperti El Nino dan serangan hama. Seiring dengan produksi kubis yang signifikan, timbulan sampah organik juga meningkat secara drastis. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2022, sebanyak 41,27% dari total timbulan sampah di Indonesia berasal dari sampah organik, yang sebagian besar terdiri dari sisa makanan dan limbah sayuran. Sayangnya, sayuran yang tidak layak konsumsi sering kali hanya ditumpuk di pasar tradisional.

Meskipun demikian, beberapa limbah kubis telah diolah menjadi pupuk organik cair, tepung terigu, dan pengawet ikan.

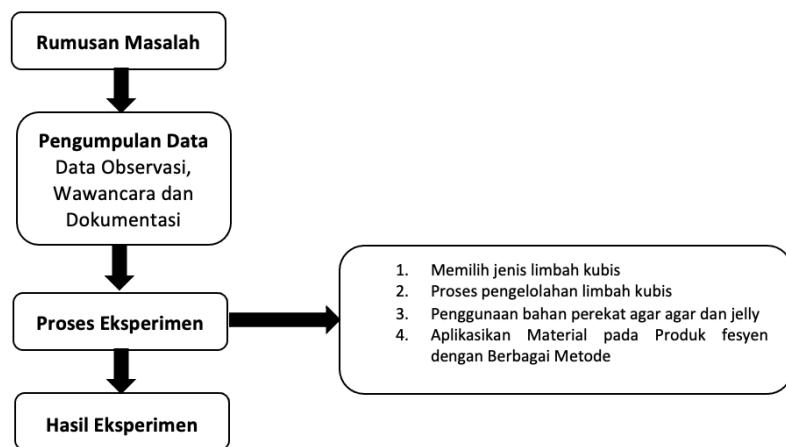
Limbah kubis memiliki potensi lain yang menarik, yaitu dapat diolah menjadi vegan leather. Struktur daun kubis yang tebal dan fleksibel, serta kaya akan selulosa, menjadikannya bahan baku yang ideal untuk produk tekstil. Vegan leather, sebagai alternatif kulit hewan, semakin populer di kalangan konsumen yang peduli terhadap keberlanjutan. Bahan ini terbuat dari limbah pertanian, mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya, dan menghilangkan ketergantungan pada eksloitasi hewan (Harmon, 2020). Berbagai jenis vegan leather telah dikembangkan, termasuk yang terbuat dari kacang kedelai, kaktus, jamur, kulit jeruk, nanas, dan kelapa.

Inovasi dalam pengolahan limbah kubis menjadi vegan leather dapat memberikan alternatif berkelanjutan dan meningkatkan nilai ekonomis dari material yang sebelumnya dianggap limbah. Produk seperti tas, sepatu, dan aksesoris dari vegan leather berbasis kubis memiliki keunggulan kompetitif dibandingkan bahan kulit hewan atau sintetis berbasis plastik, karena lebih ramah lingkungan dan menawarkan desain yang inovatif. Berbagai jenis vegan leather telah dikembangkan, seperti yang terbuat dari kacang kedelai (Soybeantex & Leather), Nopal Kaktus, jamur (Mycelium), kulit jeruk, nanas (Pinatex), dan kelapa (Malai) (Gupta & Dave, 2021).

Pengembangan material ini merupakan peluang besar di Indonesia, mengingat potensi produksi kubis yang tinggi. Dengan memanfaatkan limbah kubis, permasalahan sampah organik dapat diatasi sekaligus menciptakan nilai tambah. Penelitian oleh desainer Jerman, Luckynelly – Berlin, menunjukkan bahwa daun kubis memiliki potensi besar untuk diolah menjadi material fleksibel dan tahan lama untuk vegan leather. Meskipun hasil penelitian ini menjanjikan, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi potensi dan proses produksi vegan leather dari kubis (Luckynelly, 2021).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode dengan pendekatan eksperimen. Pada metode ini peneliti melakukan eksperimen yaitu metode pengelolahan, dan pengaplikasikan material dengan berbagai metode. Pada penelitian ini menggunakan berbahan dasar material limbah kubis, dengan memanfaatkan kembali limbah kubis yang dapat diolah menjadi material *vegan leather*. Proses pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data primer. Data primer Pengumpulan data melalui pengambilan data faktual di lapangan meliputi kondisi lingkungan yang ada di pasar sayur lembang yang berlokasi di jl. Raya Lembang, Lembang, Kec. Lembang, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat, serta melakukan dokumentasi berupa foto untuk memudahkan peneliti dalam mengamati.



Gambar 1 Limbah Kubis
Sumber: dokumentasi pribadi

HASIL DAN DISKUSI

Kubis (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Di Indonesia, salah satu daerah penghasil kubis yang cukup terkenal adalah Lembang, Kota

Bandung. Kawasan ini dikenal sebagai sentra pertanian sayuran dataran tinggi yang menghasilkan panen kubis melimpah setiap harinya (Mazidah, 2015). Kubis yang banyak dibudidayakan di daerah Lembang umumnya adalah jenis kubis hijau (kubis putih), yaitu varietas dengan daun padat berbentuk bulat menyerupai bola meriam, berwarna hijau muda hingga putih bersih, dan bertekstur lembut serta renyah.



Gambar 2 Limbah Kubis

Sumber: dokumentasi pribadi

Dalam observasi yang dilakukan di salah satu pasar sayur di Lembang, ditemukan bahwa aktivitas perdagangan dan distribusi kubis turut menyumbang limbah organik terutama dari kulit luar daun kubis, walaupun belum diketahui lebih spesifik mengenai jumlah limbah kubis yang dihasilkan setiap harinya. Banyak pedagang yang membuang bagian daun luar yang masih layak pakai demi menampilkan kubis yang lebih segar dan menarik bagi pembeli. Tidak sedikit bagian daun yang hanya rusak sebagian namun tetap dibuang, menyebabkan terbuangnya volume limbah yang seharusnya masih dapat dimanfaatkan. Sebagian besar limbah tersebut hanya dikumpulkan dalam satu wadah bersama limbah sayuran lainnya, dan pada akhirnya dibuang begitu saja ke tempat pembuangan sampah umum, atau dalam jumlah kecil dijadikan pupuk secara sederhana oleh beberapa pelaku pasar.

Keberadaan limbah kubis ini sebenarnya memiliki dua sisi di satu sisi berpotensi mencemari lingkungan karena pembusukan yang menghasilkan gas metana serta mengundang hama dan penyakit, namun di sisi lain menyimpan potensi besar sebagai bahan baku inovatif. Sebagai contoh, desainer asal Berlin, Christine Rochlitz, melalui merek Luckynelly, telah menciptakan material *vegan leather* berbasis daun kubis. Daun kubis diawetkan menggunakan teknik tertentu agar struktur dan teksturnya tetap terjaga, lalu diolah menjadi tas dan aksesoris ramah lingkungan.

Selain pengolahan menjadi pupuk cair organik, limbah kubis juga dapat dimanfaatkan menjadi material *vegan leather*, yang akan diteliti lebih lanjut. Bawa limbah kubis yang selama ini hanya dianggap sebagai sampah, sebenarnya memiliki nilai tambah tinggi jika melalui proses pemanfaatan yang tepat.

Pemilihan Limbah Kubis

Dari hasil proses pemilahan limbah kubis peneliti memilih beberapa jenis limbah kubis meliputi limbah kubis yang tidak membusuk dan berair, dan limbah kubis yang tidak tercampur limbah lainnya. Jenis limbah kubis yang dieksperimen yakni, limbah kubis berwarna hijau.

Proses pembuatan Material *Vegan Leather* Limbah kubis Hijau

Limbah kubis hijau, khususnya bagian daun luar yang tidak terpakai, dapat diolah menjadi material alternatif *vegan leather* melalui serangkaian proses yang menggabungkan bahan perekat alami dan teknik pengolahan sederhana. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan material yang memiliki karakteristik menyerupai kulit konvensional, namun tetap ramah lingkungan. Berikut tahapan proses pembuatannya:

Tabel 1 Proses pembuatan material *vegan leather* dari limbah kubis hijau

No	Gambar	Keterangan
----	--------	------------

1.	 Proses penghalusan	Potonglah limbah kubis yang akan di blender, kemudian masukan air sebanyak 250 ml, lalu blender hingga hancur.
2.	 Pemasakan Awal	Setelah itu, masukkan bahan yang telah diproses sebelumnya ke dalam panci. Nyalakan kompor dengan api sedang hingga air mendidih.
3.	 Penambahan Agar-Agar	Setelah mendidih, kecilkan api dan tambahkan 5gram agar-agar (jelly). Aduk perlahan secara terus-menerus hingga campuran kembali mendidih, proses ini memakan waktu sekitar 10 menit atau lebih untuk memastikan agar-agar larut sempurna.
4.	 Penambahan Gliserin dan Cuka	Setelah mendidih, masukan gliserin 1/2 sendok makan, masak sebentar sambil diaduk kemudian matikan kompor lalu masukan cuka 1 sendok makan.

5.	 Pencetakan	Kemudian, tuangkan kecetakan yang sudah ada dan diamkan selama 1 menit lalu masukan kulkas agar mempercepat pengerasan
6.	 Pengeringan pada suhu ruang	Setelah bahan mengeras dan memiliki tekstur seperti agar-agar, pindahkan ke tempat yang bersuhu ruang. Biarkan bahan tersebut selama 2-3 hari. Dalam periode ini, biomaterial akan mengalami proses penyusutan secara alami, menghasilkan tekstur dan tampilan yang menyerupai kulit konvensional.

Sumber: dokumentasi pribadi

Proses Pengeringan Material Limbah Kubis

Setelah proses pembuatan material *vegan leather* dari limbah kubis selesai, tahap selanjutnya adalah proses pengeringan pada material yang telah dicetak. Tahap ini bertujuan untuk mengurangi kadar air, sehingga material memperoleh sifat fisik yang diinginkan seperti kekakuan, tekstur, dan ketebalan yang stabil. Selama proses pengeringan, terjadi perubahan warna menjadi lebih gelap atau bernuansa alami, bergantung pada jenis bahan dan tingkat kelembapan awalnya.

Proses pengeringan dilakukan pada suhu ruang selama ±2–3 hari hingga material mencapai tingkat kekeringan optimal. Tahap ini sangat berpengaruh terhadap kualitas akhir, karena memengaruhi kekuatan, fleksibilitas, serta daya tahan material terhadap kerusakan.



Gambar 3 Proses Pengeringan Material Limbah Kubis

Sumber: dokumentasi pribadi

Proses Penggunaan Bahan Perekat Bubuk Agar-Agar dan Jelly

a. Agar-Agar

Penggunaan bahan perekat berbasis agar-agar pada pembuatan biomaterial ini menghasilkan material dengan karakteristik lebih tebal (0,04–0,06 cm), kokoh, fleksibel, dan tidak mudah robek. Ketebalan tersebut memberikan keuntungan dalam ketahanan dan kekuatan mekanis, meskipun fleksibilitasnya sedikit lebih rendah dibandingkan biomaterial berbahan dasar jelly. Penambahan cuka sebagai pengawet alami mampu mencegah pertumbuhan jamur selama proses pengeringan, sementara gliserin menjaga elastisitas material agar tetap lentur meski telah mengalami proses pengeringan selama 2-3 hari pada suhu diluar ruangan.



Gambar 4 Hasil Pengeringan Biomaterial Berbasis Bubuk Agar-Agar

Sumber: dokumentasi pribadi

B. jelly kiloan

Penggunaan bahan perekat berbasis jelly kiloan pada pembuatan biomaterial ini menghasilkan material dengan karakteristik lebih tipis (0,01–0,02 cm), lebih fleksibel, namun cenderung mudah robek dibandingkan dengan biomaterial berbahan dasar agar-agar. Proses pengeringan selama 2-3 hari pada suhu luar ruangan menghasilkan material yang tidak lengket apabila gula dipisahkan terlebih dahulu dari bubuk jelly sebelum digunakan. Penambahan cuka berfungsi sebagai pengawet alami untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme, sementara gliserin memberikan sifat lentur sehingga material tetap elastis. Namun, tanpa penambahan gliserin, biomaterial berbasis jelly kiloan ini akan menjadi keras dan kaku seiring waktu.



Gambar 5 Hasil Pengeringan Biomaterial Berbasis Bubuk jelly kiloan

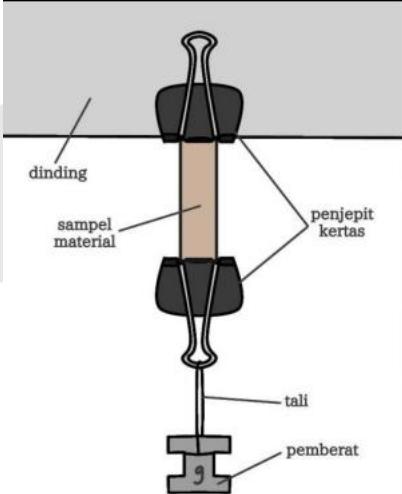
Sumber: dokumentasi pribadi

Uji Coba Kekuatan Material Vegan Leather Limbah Kubis

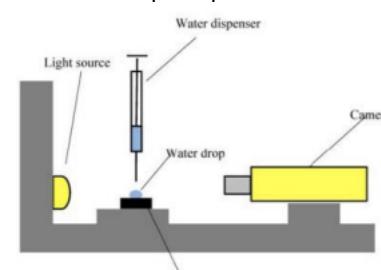
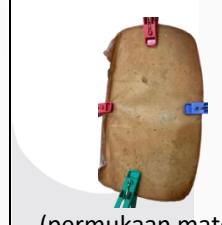
Sebagai bagian dari validasi terhadap kelayakan material vegan leather berbasis limbah kubis, dilakukan serangkaian uji coba teknis untuk mengetahui performa material dalam kondisi penggunaan nyata. Uji teknis ini mencakup pengujian kekuatan daya tarik (tensile strength), ketahanan terhadap kelembapan, serta resistensi terhadap air. Ketiga aspek tersebut dipilih karena merupakan indikator

penting dalam menentukan kualitas material untuk aplikasi produk fesyen, terutama sling bag yang membutuhkan kekuatan struktural dan ketahanan lingkungan. Melalui pengujian ini, diperoleh gambaran sejauh mana material dapat mempertahankan bentuk, fungsi, serta ketahanannya terhadap faktor eksternal yang umum ditemui dalam pemakaian sehari-hari.

Tabel 2 Uji Coba Kekuatan Material *Vegan Leather* limbah kubis

		Material 1	Material 2
Gambar			
Ketebalan		0,02cm	0,04cm
Sifat		Transparan	Tidak transparan
Kekuatan daya tarik	Deskripsi	Kemampuan material untuk menahan beban seperti handphone, dompet, make up (lipstik, bedak) dengan total berat 650 gram.	
	Prosedur	Menempelkan material diantara dua penjepit yang dikaitkan beban dibawahnya untuk menarik material.	

	Luaran		
	Keterangan	Material ini tidak mampu menahan beban 650 gram sehingga cepat sobek dan putus.	Material mampu menahan beban 650 gram selama 1 menit tanpa mengalami kerusakan, seperti sobek dan putus.
Kelembapan	Deskripsi	Menguji kelembapan material di dalam ruangan ataupun diluar ruangan.	
	Prosedur	Material akan dijemur didalam dan diluar ruangan selama 7 hari	
	Luaran		
	Keterangan	Material yang di diamkan diluar ruangkan tidak menimbulkan kelengketan ataupun jamur.	Material yang di diamkan diluar ruangkan tidak menimbulkan kelengketan, perubahannya hanya lebih keras namun tidak merubah bentuk.

		Sedangkan, material yang didalam ruangan menimbulkan sedikit kelengketan pada material namun tidak menimbulkan jamur.	Sedangkan, material yang didalam ruangan menimbulkan lengket pada material sehingga mempercepat penimbulan jamur, material menjadi basah.
Air	Deskripsi	Ketahanan permukaan material terhadap air.	
	Prosedur	Meneteskan air pada permukaan material	
	Luaran	 	 
	Keterangan	Material yang diteteskan dengan air tidak menimbulkan bercak air dan tahan terhadap air.	Material yang diteteskan dengan air tidak menimbulkan bercak air dan tahan terhadap air.

Sumber: dokumentasi pribadi

Berdasarkan pengujian material terhadap beberapa faktor, dapat disimpulkan bahwa kualitas dan ketahanan material ini bervariasi tergantung pada aspek yang diuji. Jika ingin meminimalkan munculnya jamur, disarankan untuk menggunakan material dengan ketebalan 0,02 cm, karena material ini lebih tahan terhadap kelembapan dan tidak mudah menyerap air. Ketebalan material 0,02 cm memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap air. Untuk kekuatan daya tarik yang

lebih optimal, material dengan ketebalan 0,04 cm memberikan hasil yang lebih baik, mampu menahan beban lebih lama tanpa mengalami kerusakan. Jika tujuan utama adalah menampilkan estetika alami dari material, penggunaan ketebalan 0,02 cm lebih disarankan, karena memberikan kesan yang lebih ringan dan elegan tanpa mengorbankan tampilan visual.

Aplikasikan Material pada Produk fesyen dengan Berbagai Metode

Material yang sudah kering atau memiliki karakteristik mirip seperti vegan leather kemudian dapat diaplikasikan dengan berbagai metode sesuai kebutuhan desain dan fungsinya.

1. Metode menjahit manual dan menjahit dengan mesin.
 - a. Metode menjahit manual

Metode menjahit dengan tangan dinilai paling sesuai untuk proses perancangan produk menggunakan material ini. Teknik jahitan manual memberikan kontrol yang lebih presisi terhadap tekanan jarum, sehingga meminimalkan risiko kerusakan pada lembaran material. Selain itu, metode ini memungkinkan penyesuaian teknik sesuai ketebalan dan karakteristik material.



Gambar 6 Perancangan case airpods dengan metode menjahit tangan

Sumber: dokumentasi pribadi

- b. Metode menjahit mesin

Penggunaan metode menjahit dengan mesin tidak disarankan untuk material ini.

Tekanan tinggi dari sepatu mesin jahit dan kecepatan jahitan dapat menyebabkan

lembaran material sobek atau mengalami deformasi, sehingga mengurangi kualitas dan ketahanan produk.



Gambar 7 Perancangan produk dompet dengan metode mesin jahit

Sumber: dokumentasi pribadi

2. Metode penggunaan lem

Metode penggunaan lem fox ini memiliki kelemahan karena lem tersebut tidak tahan lama untuk Penggunaan lem berbasis Fox memiliki kelemahan signifikan dalam aplikasi produk fesyen. Lem ini cenderung tidak tahan lama, sehingga kekuatan dan daya rekatnya akan menurun seiring waktu pemakaian. Hal tersebut dapat memengaruhi durabilitas produk, terutama pada bagian yang sering mengalami tarikan atau lipatan.



Gambar 7 Perancangan produk dompet dengan metode penggunaan lem

Sumber: dokumentasi pribadi

3. Metode tanpa menggunakan jahitan dan lem fox.

Metode ini dapat menjadi alternatif perancangan, misalnya dengan menggunakan teknik *folding*, *riveting*, atau penguncian mekanis lainnya. Namun, sebelum diimplementasikan, diperlukan uji kekuatan dan ketahanan untuk memastikan metode ini mampu mempertahankan bentuk serta fungsi produk dalam penggunaan jangka Panjang.



Gambar 7 Perancangan produk tas mini dengan metode tanpa jahitan dan lem

Sumber: dokumentasi pribadi

Penerapan Material limbah kubis menjadi produk *sling bag*

Berdasarkan hasil eksperimen, material vegan leather berbahan limbah kubis memiliki potensi untuk diaplikasikan dalam pembuatan produk fesyen, salah satunya adalah *sling bag*. Material ini diolah dalam bentuk lembaran dengan karakteristik fleksibel, ringan, dan memiliki tampilan visual yang unik, sehingga mampu memberikan nilai estetika sekaligus keberlanjutan pada produk akhir.

Dalam proses perancangan *sling bag*, metode menjahit tangan (*hand sewing*) dipilih sebagai teknik utama karena dapat meminimalkan risiko kerusakan pada lembaran material akibat tekanan mesin jahit. Selain itu, metode ini memberikan hasil jahitan yang lebih presisi dan sesuai dengan bentuk material yang memiliki ketebalan serta tekstur khusus.



Gambar 8 Penerapan Material limbah kubis menjadi produk sling bag

Sumber: dokumentasi pribadi

Selain diaplikasikan pada *sling bag*, material limbah kubis ini juga berpotensi digunakan untuk berbagai produk fesyen lainnya, seperti aksesoris (dompet, gantungan kunci, dan gelang), sepatu, hingga elemen dekoratif pada pakaian. Dengan sifatnya yang ramah lingkungan, penerapan material ini tidak hanya mendukung tren fesyen berkelanjutan (sustainable fashion), tetapi juga memperkenalkan inovasi baru dalam pemanfaatan limbah organik menjadi produk bernilai tinggi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa limbah kubis, yang selama ini dianggap sebagai sampah organik dan sering dibuang begitu saja, ternyata memiliki potensi besar untuk diolah menjadi material alternatif vegan leather yang ramah lingkungan dan bernilai tinggi. Melalui proses pengolahan yang menggunakan bahan perekat alami seperti agar-agar dan jelly, ditemukan bahwa agar-agar lebih cocok sebagai perekat karena mampu menghasilkan material yang fleksibel, kuat, serta memiliki tekstur yang menyerupai kulit konvensional. Material *vegan leather* dari limbah kubis ini berhasil diaplikasikan pada produk *sling bag* dengan metode pengrajaan terbaik menggunakan jahitan tangan untuk meminimalkan kerusakan dan menjaga kualitas produk. *Sling bag* ini tidak hanya memiliki nilai estetika yang menarik, tetapi juga fungsional untuk

digunakan dalam aktivitas sehari-hari, menunjukkan bahwa limbah kubis dapat dimanfaatkan sebagai solusi inovatif dalam industri fesyen berkelanjutan.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah mengeksplorasi kombinasi material limbah kubis dengan serat alami atau bahan pendukung lainnya guna meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan sobek, khususnya pada bagian struktural produk fesyen seperti tali atau sambungan. Selain itu, perlu dilakukan studi mendalam mengenai efisiensi proses produksi vegan leather dari limbah kubis dalam skala yang lebih besar, meliputi analisis biaya produksi, ketersediaan bahan baku dalam jumlah besar, serta potensi otomatisasi proses. Pengembangan standar kualitas yang mencakup parameter fisik, kimia, dan estetika juga penting untuk menjamin konsistensi produk apabila diproduksi secara massal. Terakhir, penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada aplikasi material vegan leather limbah kubis pada berbagai produk fesyen lain seperti dompet, sepatu, jaket, dan aksesoris, guna mengidentifikasi potensi pasar yang lebih luas sekaligus tantangan desain yang mungkin muncul.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023). *Produksi tanaman sayuran*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html>
- Gupta, R., & Dave, D. (2021). Biomaterial: A sustainable alternative to animal leather and synthetic material. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 25(6), 7317–7331. <http://annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/6882>
- Harmon, J. (2020). Bacterial cellulose product development: Comparing leather and leather alternatives. *International Textile and Apparel Association Annual Conference Proceedings*, 1–3. <https://doi.org/10.31274/itaa.12132>
- Kementerian Pertanian. (2020). *Analisis kinerja perdagangan kubis*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Luckynelly. (2021, April 14). Cabbtex – Made from cabbage. *Material District*. <https://materialdistrict.com/material/cabbtex-made-from-cabbage/>

Mazidah, I. (2015, 30 Juni). *Dipasok dari ladang sayuran Perhutani*. Perum Perhutani. <https://www.perhutani.co.id/dipasok-dari-ladang-sayuran-perhutani/>

