

Implementasi SDGs-12 melalui inovasi bio-leather limbah ampas sago untuk potensi produk kerajinan lukis aplikatif

Bayu Aji Suseno^{1*}, Putri Prabu Utami², Winta Tridhatu Satwikasanti³,
Ponimin⁴, Rony⁵, Anwar Hidayat⁶

^{1,2} Jurusan Seni Rupa dan Desain, Institut Seni Budaya Indonesia Tanah Papua, Jayapura, Indonesia

³ Program Studi Desain Produk, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia

⁴ Program Studi Pendidikan Seni Rupa, Universitas Negeri Malang, Jawa Timur, Indonesia

⁵ Program Studi Desain Produk, Politeknik Negeri Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

⁶ Program Studi Teknologi Pengolahan Produk Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

Abstract

The number of sago processing industries in Jayapura Regency has the potential to increase sago pulp fiber waste that is still not being optimally utilized. This study aims to address the problem of sago pulp waste by turning it into functional and aesthetic handicraft products using painting techniques. The design was carried out through exploration using the research through design (RTD) method, which consists of the stages of understanding material characteristics, exploring materials, and implementing materials. Data collection techniques used observation and interviews to gain an in-depth understanding of the sago waste processing from sago starch (flour) processing from sago trunk (tokok) grating, extraction, sedimentation, and drying. Samples of sago pulp waste were taken from the sago forest located in Kampung Harapan, Sentani District, East Jayapura Regency. The sample characteristics in the research population were two-week-old sago pulp fiber waste that had been crushed from the sago processing of sago pith or trunk contents. The result of this research is a composite sheet in the form of bio-leather from sago pulp waste that is used as a material for making fashion products. This research focuses on the application of a green economy by developing craft raw materials to support Sustainable Development Goals (SDGs) number 12, namely responsible consumption and production.

Keywords: sago pulp, composite, bio-leather, applicative painting, sdgs

Abstrak

Jumlah industri pengolahan sago di Kabupaten Jayapura berpotensi terhadap meningkatnya limbah serat ampas sago yang masih belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan limbah ampas sago tersebut menjadi produk kerajinan fungsional estetik dengan teknik lukis. Perancangan dilakukan melalui eksplorasi dengan metode *research through design* (RTD), yaitu tahap pemahaman karakteristik material, eksplorasi material, dan implementasi material. Teknik pengumpulan data menggunakan observasi dan wawancara yang bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang proses pengolahan limbah sago yang dihasilkan dari pengolahan pati (tepung) sago dari pamarutan batang (*tokok*) sago, ekstraksi, pengendapan, dan hingga pengeringan. Pengambilan sampel limbah ampas sago dilakukan di hutan sago yang terletak di Kampung Harapan, Distrik Sentani, Timur Kabupaten Jayapura. Karakteristik sampel dalam populasi penelitian adalah limbah serat ampas sago berumur 2 minggu yang sudah dihancurkan dari proses pengolahan sago berupa empulur atau isi batang sago. Hasil penelitian ini adalah lembaran komposit berbentuk *bio-leather* dari limbah ampas sago yang digunakan untuk material pembuatan produk *fesyen*. Penelitian ini difokuskan pada penerapan *green economy* dengan mengembangkan bahan baku kerajinan untuk mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) nomor 12, yaitu konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab.

Kata kunci: ampas sago, komposit, *bio-leather*, lukis aplikatif, sdgs

1. Pendahuluan

Tanaman sago merupakan tanaman endemik Indonesia yang tersebar di Papua, Sumatra,

Kalimantan, dan Sulawesi. Tanaman sago memiliki bentuk silinder yang tumbuh mencapai tinggi sekitar 10 sampai 15 m dengan diameter batang sekitar 1 m sampai 1,5 m, serta ditemukan tumbuh di rawa-rawa

* Corresponding author e-mail : bayu@isbi-tanahpapua.ac.id

dan di daerah pinggiran sungai atau danau (Istikowati dkk, 2021). Senyawa terpenting dari tanaman sagu adalah pati (tepung) yang bisa diolah menjadi bahan makanan dan berbagai produk turunan lainnya (Bantacut, 2011; Adawiyah & Dirgantoro, 2019). Hasil pengolahan sagu berupa kulit batang dan ampas, apabila dibiarkan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan berupa bau dan peningkatan keasaman tanah (pH 4) yang dapat menghambat pertumbuhan, bahkan kematian pada tanaman. Proses pengolahan sagu dapat menghasilkan limbah ikutan berupa kulit batang sekitar 17% - 25% dan ampas sagu 74% - 83% (McClatchey dkk, 2006). Pada pengolahan sagu terdapat ampas sagu akan menghasilkan sebanyak 81,5 % atau 6 kali lipat dari tepung sagu, sehingga dalam satu tahun produksi tepung sagu dapat diperoleh limbah ampas sagu sebanyak 2,7 juta ton/tahun (Flach, 2005). Oleh karena itu, jumlah industri pengolahan sagu di wilayah kabupaten Jayapura berpotensi terhadap meningkatnya limbah ampas sagu yang masih belum dimanfaatkan secara optimal karena cenderung dibiarkan hingga membusuk di area pengolahan. Ampas sagu termasuk kategori limbah basah (*wet by-product*) karena masih mengandung kadar air 70% - 80%, sehingga dapat rusak dengan cepat apabila tidak segera diproses (Simanihuruk dkk, 2011).

Proses pengolahan pati (tepung) sagu menghasilkan tiga jenis limbah, yaitu residu selular empulur sagu berserat (ampas), kulit batang sagu (*bark*), dan air buangan (*waste water*) (Lestari dkk, 2018). Penimbunan limbah ampas sagu dalam waktu tertentu juga akan menimbulkan permasalahan karena termasuk kategori material yang mudah terbakar, sehingga penimbunan ampas sagu tersebut akan berdampak pada pencemaran lingkungan, dan menyita lahan yang luas sebagai tempat penyimpanannya. Metode pengeringan limbah padat ampas serat sagu membutuhkan biaya yang relatif tinggi, sehingga perlu dikembangkan melalui pengembangan ekonomi kreatif yang inklusif dan *sustainability* melalui bahan baku berbentuk lembaran kering untuk produksi kerajinan tangan. Bahan baku adalah bahan utama dari suatu produk atau barang (Prawirosentono, 2011). Bahan baku alami adalah material yang bahan dasarnya berasal dari alam (Citroreksoko dkk, 2016). Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah limbah organik yang dihasilkan dari pengolahan sagu menjadi media alternatif untuk mengekspresikan suatu karya seni lukis pada permukaan bidang dua dimensi melalui garis, warna dan tekstur. Penggunaan limbah ampas sagu yang telah diolah melalui proses pabrikasi yang

diproduksi agar menghasilkan karakteristik bahan seperti halnya material leather (menyerupai kulit).

Seni lukis adalah suatu pengucapan pengalaman artistik yang ditumpahkan dalam bidang dua dimensional dengan menggunakan garis dan warna (Soedarso, 2006). Melukis ditinjau dari segi teknik menggunakan pigmen atau warna dengan bahan pelarut yang dibubuhkan di atas permukaan bidang dasar, misalkan media kertas, kanvas, kayu, kaca dan lain sebagainya. Tradisi melukis Indonesia dengan media gambar menggunakan pewarnaan alami sebagai sebuah jati diri atau identitas untuk membedakan dengan karya seni lukis di barat, serta menjadi bentuk kearifan lokal berwujud (*tangible*) yang dipengaruhi proses berpikir kreatif seniman untuk melahirkan media atau teknik baru dalam praktik berkarya rupa. Melukis menjadi sarana ekspresi artistik yang diwujudkan melalui medium dua dimensi atau permukaan dari objek tiga dimensi dengan menggunakan garis dan warna. Penerapan media cat dan kuas sebagai ekspresi kreatif untuk menciptakan gambar atau komposisi visual pada sebuah produk yang memiliki fungsi praktis. Seni rupa terapan berupa bentuk hibrida dari berbagai aspek yang melingkupi seni, desain, kriya, dan kerajinan, serta menekankan pada aspek budaya, simbol identitas, dan nilai ekonomi (Raharjo, 2013).

Penerapan bahan baku kerajinan berbentuk lembaran *bio-leather* yang terbuat dari limbah ampas sagu menjadi manifestasi *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 12, yakni konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Implementasi SDGs-12 yang fokus pada partisipasi dan pemberdayaan masyarakat yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam suatu wilayah tertentu melalui partisipasi dan kesadaran masyarakat dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi (Capah, 2023; Ardella, 2023). *Sustainable Development Goals* (SDGs) merupakan inisiatif global dengan tujuan untuk menciptakan kehidupan manusia menjadi lebih baik dalam aspek sosial dan ekonomi, serta dapat bersinergi dengan lingkungan (Asikin, 2022). Pengelolaan limbah yang berkelanjutan merupakan bentuk tanggung jawab atas konsumsi dan produksi yang telah dilakukan dalam industri pengolahan pati (tepung) sagu melalui pemanfaatan limbah ampas sagu menjadi bahan baku kerajinan berbasis *bio-leather*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah produk *green economy* untuk mendukung SDGs melalui pengurangan jumlah limbah organik yang dihasilkan dari pengolahan pati (tepung) sagu agar dapat menciptakan peluang usaha baru dan meningkatkan

pendapatan masyarakat. Pemanfaatan *bio-leather* dari limbah ampas sagu dapat digunakan menjadi substitusi bahan baku dalam pembuatan produk industri kerajinan kulit hewan atau kulit sintetis, sehingga menjadi konsep desain yang berkelanjutan untuk diaplikasikan dalam produk fesyen seperti dompet, tas, sepatu dan lain sebagainya.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan serta relevansi dengan topik penelitian yang akan diteliti, maka belum pernah ditemukan penelitian eksperimen material melalui pengolahan limbah ampas sagu menjadi lembaran *bio-leather* yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk industri produk kulit. Hasil penelitian yang pernah dilakukan tentang pemanfaatan limbah padat ampas sagu sebagai matriks bio komposit seperti Suwandi Kliwon & Rozak Memed dalam *Pemanfaatan Limbah Sagu sebagai Papan Partikel* (1989), Maya Lestari, Dina Setyawati, & Nurhaida dalam *Karakteristik Papan Partikel dari Ampas Sagu dan Perekat Asam Sitrat Berdasarkan Kerapatan Papan* (2018), dan Simon H. Mobilala dalam *Pemanfaatan Limbah Padat Ampas Serat Sagu dengan Campuran Perekat Termoplastik dan Urea Formaldehida untuk Pembuatan Papan Partikel (Partikel Board)* (2010). Penelitian yang sudah dilakukan mengenai pemanfaatan residu berserat hasil ekstraksi dari proses kimia sebagai material dasar pembuatan produk fashion yang berkelanjutan, seperti Marwah Anisya, Yunita Fitra Andriana, & Hapiz Islamsyah dalam *Eksplorasi Limbah Ampas Tebu (Bagasse) untuk Material Produk Eco Fashion* (2020), Gilang Diasmara dalam *Pemanfaatan Limbah Ampas Kopi dalam Perancangan Produk Aksesoris Fesyen dan Dengan Penerapan Sustainable Design* (2021), Rinanda Purba dalam *Branding Kerajinan dari Limbah The Rendy Handycraft* (2021), dan Lutfiaz Tri Annisa dalam *Eksplorasi Limbah Ampas Kopi sebagai Material Alternatif Tekstil Berbasis Bio untuk Produk Fashion* (2022).

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain eksplorasi yang dikenal sebagai *Research Through Design* (RTD) menggunakan metode, praktik, dan proses desain untuk menghasilkan pengetahuan baru. Pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan *research through design* dengan menitik beratkan kepada penelitian objek desain untuk memperoleh pengetahuan baru yang dapat memberi kontribusi kepada keilmuan desain dan menghasilkan

purwarupa. Metode *research through design* dengan penekanan terhadap kajian interaksi manusia (*human centre*) dengan objek (produk) dan lingkungan. Peningkatan produktivitas sagu memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu pencemaran lingkungan, sehingga dibutuhkan solusi untuk mengolah limbah organik tersebut dengan prinsip 3R (*Reuse Reduce Recycle*) menjadi sebagai kerajinan yang memiliki nilai keindahan serta berguna dan bernilai ekonomi. Penelitian ini berlokasi di hutan sagu yang terletak di Kampung Harapan, Distrik Sentani Timur, Kabupaten Jayapura. Waktu penelitian ini dilaksanakan selama 7 bulan dengan waktu penelitian pada bulan Mei - November 2024. Populasi pada penelitian ini ada di dua tempat pengolahan sagu yang dimiliki oleh Hendrik Tomaso Ohee (56) dan Yefta Thomas Ohee (47). Karakteristik sampel dalam populasi penelitian adalah limbah ampas sagu berumur antara dua minggu yang sudah dihancurkan untuk mendapatkan pati (tepung) dari yang dihasilkan dari proses pamarutan (*tokok*) sagu berupa empulur atau isi batang sagu. Pengumpulan data yang digunakan sebagai data sekunder yang diambil dari jurnal ilmiah, buku, website dan lain sebagainya yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Pengumpulan data menggunakan observasi lapangan yang dilakukan selama dua hari untuk mendapatkan informasi terkait dengan pengelolaan limbah organik yang dihasilkan dari produksi pati (tepung) sagu. Teknik pengumpulan data menggunakan paradigma kualitatif untuk menghasilkan data berupa kata-kata tertulis atau lisan dari narasumber yang diamati melalui observasi dan wawancara. Observasi sebagai metode pengumpulan data penelitian dengan mengamati, mendokumentasikan, dan menyimpulkan hasil penelitian melalui wawancara yang dilakukan secara tatap muka serta tanya jawab langsung antara peneliti dan narasumber (petani sagu). Kegiatan observasi juga dilaksanakan dengan pengamatan secara langsung terhadap proses pengolahan limbah sagu yang dihasilkan dari tahapan pamarutan batang (*tokok*) sagu, ekstraksi, pengendapan, hingga pengeringan.

3. Hasil dan Pembahasan

Tahap pemahaman karakteristik material

Pada tahap ini dilakukan pengambilan sampel berupa empulur atau isi batang sagu yang diambil oleh peneliti dari tempat pembuangan limbah ampas sagu yang didapatkan setelah proses pamarutan batang (*tokok*) sagu, ekstraksi, pengendapan, hingga pengeringan (Gambar 1). *Tokok* sagu yang juga



Gambar 1. Proses pengambilan sampel limbah ampas sagu di Kampung Harapan Sentani
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)

dikenal dengan nama *nani* atau pangkur (Timisela dkk, 2023). Karakteristik ampas sagu yang dipilih sebagai sampel penelitian adalah residu berserat hasil ekstraksi dari limbah sagu yang masih berumur 2 minggu karena memiliki tingkat kadar air tanah yang tinggi. Sagu kering dan sampel sagu basah memiliki nilai kadar air yang berbeda dimana lebih besar nilai kadar air yang terdapat pada sampel sagu kering yang memiliki nilai sebesar 2,0023%, sedangkan pada sampel sagu basah yang dimana memiliki nilai kadar air sebesar 2,0012% (Dahlan dkk, 2022). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ampas sagu kering dan ampas sagu basah memiliki perbedaan karakteristik tekstur dan bentuk. Sagu kering memiliki tekstur kasar dan seperti tepung, sedangkan ampas sagu basah memiliki tekstur sedikit lembut dan lembab. Ampas sagu kering akan membentuk seperti bola-bola kecil yang susah dihaluskan, sedangkan kandungan sagu basah memiliki tekstur yang mudah dihaluskan.

Pada ampas sagu basah memiliki warna agak putih kekuning-kuningan, sedangkan ampas sagu kering berwarna agak kecoklatan. Pengaruh warna tersebut karena suhu atau panas dari sinar matahari yang akan membuat ampas sagu menjadi kering dan keras, serta tidak mudah membusuk. Pada indra penciuman senyawa kimia dapat dirasakan bahwa aroma ampas sagu basah cenderung berbau asam, sedangkan aroma ampas asam sagu kering tidak setajam aroma asam pada sagu basah. Kemasaman yang dapat ditemukan pada ampas sagu basah yang diproduksi secara tradisional oleh masyarakat lokal karena dipengaruhi oleh bakteri amilolitik yang berasal dari lingkungan sekitar. Proses ekstraksi sagu secara tradisional di Kampung Harapan masih belum menerapkan praktik sanitasi lingkungan yang baik karena menggunakan air dari Danau Sentani. Menurut penelitian yang telah dilakukan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten

Jayapura Tahun 2021, menyatakan bahwa nilai pH di Danau Sentani lebih banyak dipengaruhi oleh proses alami yang dipengaruhi oleh tingginya kapur yang masuk ke dalam perairan. Rendahnya kualitas tepung sagu yang ditandai dengan bau asam dan berlendir, sehingga sangat berpotensi masuknya berbagai jenis bakteri baik dari air maupun tanah sekitar tempat penyediaan (Ahmad dkk, 1999).

Pada pembuatan lembaran *bio-leather* dari limbah ampas sagu menggunakan bahan kimia berbasis *foodgrade* menjadi bahan campuran tambahan, antara lain natrium hidroksida, gelatin, gliserin, kitosan, pati (tepung) tapioka, CMC, dan lem putih PVAc. Komposit adalah struktur yang tersusun dari beberapa bahan pembentuk tunggal yang kemudian digabungkan menjadi struktur baru dengan sifat yang lebih baik dibandingkan masing-masing bahan pembentuknya (Hartono dkk, 2016). Natrium hidroksida (NaOH) atau soda api yang dapat bereaksi dengan asam dan air yang bersifat korosif untuk menguraikan dan menetralkan tingkat keasaman pH limbah ampas sagu. Gelatin bersifat *reversible* yang dapat mengubah dari bentuk cair menjadi padat atau dari *fase sol* menjadi gel akan digunakan untuk pengental atau penstabil campuran limbah ampas sagu agar lebih kokoh dan kenyal. Kitosan merupakan senyawa yang bersifat *higroskopis* untuk menyerap air lebih besar, sehingga sifatnya yang antibakteri dapat digunakan untuk melapisi campuran ampas sagu yang diawetkan. Gliserin digunakan sebagai campuran untuk mempertahankan kadar air (kelembaban) dalam proses pembuatan lembaran kering, kemudian juga dapat membantu untuk menyegel kelembaban dari *bio-leather* limbah ampas sagu. Pati (tepung) tapioka dapat digunakan sebagai bahan pengikat karena memiliki gugus hidroksil yang bersifat pengental dan memiliki daya rekat yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis tepung lain (Ashari dkk, 2023). CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) juga menjadi bahan aditif yang dapat digunakan sebagai penstabil emulsi, stabilisator, dan pengental, serta menyerap air (Intariani dkk, 2022). Kalsium Karbonat (CaCO_3) yang terbuat dari komponen utama batu kapur menjadi bahan tambahan yang dapat digunakan untuk menetralkan keasaman tanah yang terkandung dalam ampas sagu. Lem kayu yang terbuat dari Polyvinyl Acetate (PVAc) memiliki ketahanan terhadap kelembaban dan air, namun juga memiliki kemampuan untuk mengisi celah pada permukaan yang tidak rata. Lem kayu mempunyai karakteristik daya rekat yang kuat dan waktu pengeringan yang cepat dapat digunakan untuk merekatkan butiran serbuk ampas sagu.

Tahap eksplorasi material

Pada tahap eksplorasi material ini ada 5 langkah yang harus dilakukan, yaitu *filtrasi*, *mixing*, pemanasan, pencetakan, dan pengeringan. (1) **Filtrasi (Penyaringan)**. Tahapan ini dilakukan pembersihan dan pencucian limbah ampas sagu dengan menggunakan air untuk menghilangkan tanah dan memisahkan serat ampas empulur sagu yang berbentuk kasar (panjang dan acak), serta dilanjutkan dengan *filtrasi* (penyaringan) untuk memisahkan residu berserat hasil ekstraksi dari limbah sagu (Gambar 2). *Filtrasi* adalah proses penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air melalui media berpori (Prawirosentono, 2011). Proses penyaringan residu berserat hasil ekstraksi dari limbah sagu menghasilkan tiga jenis komponen yang berbentuk ukuran butiran kasar, sedang dan halus. Setelah proses pencucian tersebut, maka tahap selanjutnya adalah proses pengeringan di bawah sinar matahari. Penjemuran dengan sinar matahari (*sun drying*) merupakan metode penjemuran tradisional untuk mengurangi kadar air yang terdapat dalam limbah ampas sagu yang telah dicuci bersih dengan air. Berdasarkan hasil pengamatan ampas sagu basah dengan ampas sagu kering terdapat sifat fisis dari perbedaan warna yang dipengaruhi oleh suhu atau panas, dimana pada ampas sagu basah memiliki warna agak putih kekuning-kuningan sedangkan sagu kering berwarna agak kecoklatan. Tekstur ampas sagu kering memiliki tekstur kasar seperti tepung sedangkan sagu basah memiliki tekstur sedikit lembut dan lembab. Ampas sagu kering akan membentuk seperti bola-bola kecil yang susah dihaluskan, sedangkan ampas sagu basah memiliki tekstur yang mudah dihaluskan. Bahan baku berupa limbah ampas sagu yang sudah dikeringkan dengan suhu atau panas matahari akan dihaluskan menggunakan metode *grinding* agar mendapatkan hasil butiran ampas sagu yang lebih halus dan berukuran kecil.



Gambar 2. Proses filtrasi (penyaringan) limbah ampas sagu kering
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)

(2) **Mixing (Pencampuran)**. Pada tahap ini dilakukan proses mencampurkan ampas sagu yang telah dikeringkan dan dihaluskan dengan menambahkan dua atau lebih bahan yang didispersikan secara merata satu sama lain hingga menjadi cairan kental untuk menghasilkan lembaran kering (Gambar 3). Tahap pertama yang dilakukan dalam proses *mixing* adalah menimbang bahan atau zat dengan menggunakan timbangan digital untuk memastikan keakuratan dan konsistensi hasil dari setiap pencampuran komposisi bahan tersebut. Berbagai proses pencampuran bahan baku utama ampas sagu dengan serat buah pinang kering untuk menentukan komposisi kimia berbasis *foodgrade* dari lembaran tipis agar mendapatkan sifat mekanis material yang diinginkan. Tahapan pencampuran menggunakan bahan utama berupa ampas sagu yang telah dikeringkan dan dihaluskan menggunakan ukuran ayakan standar. Proses *blending* dilakukan dengan menggunakan blender untuk memudahkan pencampuran dan penghalusan bahan secara otomatis. (3) **Pemanasan**. Proses pemanasan bahan yang telah dicampurkan membutuhkan 2-5 menit menggunakan kompor gas agar dapat menghasilkan stabilitas nyala api untuk mencapai hasil yang diinginkan, seperti ketercampuran bahan secara merata, tingkat keuletan dan pengerasan dari adonan ampas sagu tersebut (Gambar 4). Pada pemanasan bahan secara terus menerus diaduk selama proses memasak untuk memastikan pemanasan merata dan menghindari hangus dan tidak menggumpal. Jumlah air sebagai katalisator dapat ditambahkan sampai adonan ampas sagu dan bahan tambahan tersebut mencapai tekstur dengan kepadatan padat yang dikehendaki untuk memudahkan proses pencetakan komposit berupa lembaran tipis yang diterapkan pada permukaan yang rata. Katalis adalah zat yang berperan sebagai agen perantara dalam reaksi kimia tanpa mengalami perubahan secara permanen (Fifendy, 2017). (4) **Pencetakan**. Proses pencetakan lembaran komposit ampas sagu menggunakan loyang kue atau disebut dengan *baking dish* yang terbuat dari bahan aluminium atau *stainless steel* berukuran persegi panjang (35 cm x 25 cm x 2 cm). Kedua jenis logam tersebut termasuk material yang baik digunakan untuk peralatan memasak karena panasnya merata tanpa menimbulkan titik panas (Gambar 5). Material baja tahan karat (*stainless steel*) memiliki sifat ulet, tidak mudah teroksidasi, dan memiliki massa jenis yang lebih berat jika dibandingkan dengan aluminium, sedangkan aluminium memiliki sifat yang ringan, kuat, tahan terhadap korosi, dan mempunyai konduktor panas maupun hantaran listrik yang baik.

Pemilihan *baking dish* yang terbuat dari material alumunium atau *stainless steel* bertujuan untuk mendistribusikan panas yang merata dalam proses pencetakan komposit ampas sagu, sehingga dapat dengan mudah untuk dilepas dan dibersihkan dari cetakan tersebut agar menghasilkan lembaran kering yang tipis dan padat sesuai dengan yang diinginkan. Langkah terakhir yaitu (5) **Pengeringan**. Pencetakan lembaran komposit ampas sagu dengan alat bantu berbentuk loyang kue (*baking dish*) yang terbuat dari menggunakan metode pengeringan mekanis dengan oven. Pengeringan komposit ampas sagu berupa lembaran tipis menggunakan oven pada suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan *case hardening* yaitu bagian permukaan bahan sudah kering sekali atau mengeras sedangkan bagian dalamnya masih basah atau terlambat kering. Pengeringan dengan oven memiliki kontrol suhu dan waktu sehingga lebih efisien, panas merata, terkontrol, tidak dipengaruhi

cuaca dan kualitas produk akhir, namun penggunaan suhu dengan oven yang terlalu tinggi atau waktu pengeringan yang terlalu lama dapat menyebabkan perubahan karakteristik dan komponen kimia yang terkandung dalam bahan tersebut (Gambar 6). Lama proses pengeringan tergantung pada bahan yang dikeringkan dan cara pemanasan yang digunakan (Rahmawan, 2011). Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan komposit ampas sagu berupa lembaran tipis menggunakan oven pada suhu 50 atau 60°C selama 20 – 50 menit.

Pengeringan menggunakan metode *sun drying* (sinar matahari) untuk membantu pengeringan dilakukan pada tempat terbuka bertujuan agar tidak merusak warna pada lembaran komposit ampas sagu yang dapat diakibatkan dari pengeringan suhu tinggi yang dihasilkan oven atau hair dryer. Durasi pengeringan dengan metode *sun drying* adalah sekitar 2-3 hari, hal tersebut karena dipengaruhi dengan



Gambar 3. Proses pencampuran (*blending*) bahan kimia pada sampel ampas sagu kering
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)



Gambar 5. Proses pencetakan komposit ampas sagu dengan *baking dish*
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)



Gambar 4. Proses pelarutan dan pemanasan sampel ampas sagu dengan air (katalis)
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)



Gambar 6. Proses pengeringan komposit ampas sagu dengan oven
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)

kondisi penyinaran matahari dan kondisi bahan lembaran kering ampas sagu yang dikeringkan. Pengeringan dengan sinar matahari adalah proses pemindahan panas untuk menguapkan kandungan air yang dipindahkan dari permukaan bahan yang dikeringkan oleh media pengeringan yaitu panas dari radiasi matahari (Ridwan, 2018). Setelah melalui proses pengeringan *bio-leather* ampas sagu dapat diangkat dari alas cetak dengan secara perlahan agar lembaran komposit tersebut tidak rusak. Proses pengeringan lembaran komposit limbah ampas sagu dilakukan dengan penjemuran sinar matahari di area terbuka akan terjadi penurunan kapasitas dan kualitas apabila terkendala faktor cuaca atau hujan, sehingga menggunakan hair dryer untuk menurunkan kadar air bahan yang dikeringkan dengan menggunakan energi panas. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengeringan, maka kadar air yang terdapat pada bahan akan semakin sedikit. Kemampuan bahan dalam melepaskan air dari permukaannya akan semakin besar seiring dengan bertambahnya waktu pengeringan (Lisa, 2015). Proses pembuatan lembaran *bio-leather* yang telah dilakukan sebanyak 52 (lima puluh dua) menggunakan variasi komposisi limbah ampas sagu dengan bahan penguat komposit untuk menentukan sifat mekanis dari material tersebut, seperti kekuatan, elastisitas, keuletan, kegetasan, dan elastisitas, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengujian material pada variabel nomor 4 dengan campuran bahan yang terdiri dari ampas sagu basah, gliserin, gelatin, dan kitosan menghasilkan lembaran kering berbentuk lembaran kering yang pecah dan kurang padat. Dari hasil percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa komposisi perbandingan bahan ampas sagu basah dengan campuran bahan kimia tidak setara, sehingga kurang memiliki daya rekat dan ketahanan untuk membentuk lembaran tipis yang memiliki karakter kuat, ringan, cenderung elastis. Pada percobaan nomor 5 hingga 7 dibuat dengan komposisi bahan yang sama serta ditambahkan pati (tepung) tapioka agar supaya lembaran komposit lebih kental untuk merekatkan ampas sagu basah, namun sifat fisik dan kandungan *lignoselulosa* dari ampas sagu yang termasuk kategori limbah basah (*wet by-product*) karena masih mengandung kadar air 70% - 80% membuat lembaran komposit tersebut menjadi mudah rusak (menjadi asam, ditumbuhi jamur, menggumpal, dan lain sebagainya). Pada eksperimen ampas sagu nomor 11 hingga 18 menggunakan bahan tambahan berupa pati (tepung) tapioka yang mengandung *amilopektin* yang tinggi, sehingga bahan campuran tersebut akan membuat lembaran komposit

mempunyai sifat tidak mudah menggumpal, mempunyai daya lekat yang tinggi tidak mudah pecah atau rusak. Dari kedua hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa pati (tepung) tapioka dapat digunakan merekatkan ampas sagu dan mengikat kandungan air sehingga mengurangi penyusutan pada saat pengolahan berbentuk lembaran kering. Pada percobaan nomor 22 hingga 27 dilakukan metode perendaman dengan menggunakan larutan NaOH (soda api) yang memiliki bentuk pecahan kristal putih, tidak berbau, dan bersifat panas apabila dilarutkan dengan air (Kondo dkk, 2022). Perlakuan kimia larutan NaOH (soda api) untuk menaikkan pH air, serta mengurangi kandungan asam laktat yang dihasilkan bakteri patogen pada residu atau limbah dari hasil sisa pengolahan pati sagu. Proses pencampuran dipengaruhi oleh bahan baku (ampas sagu) dan bahan pembantu yang digunakan seperti perhitungan berat bahan, jumlah air yang ditambahkan, dan waktu pemanasan, serta mengaplikasikan metode pencampuran bahan yang berbeda untuk menghasilkan bentuk lembaran kering dari limbah ampas sagu yang padat dan kuat. Berdasarkan hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa ampas sagu yang belum direndam dengan NaOH (natrium hidroksida) masih terdapat lapisan lendir tebal yang mengandung banyak serat *selulosa*, sehingga butiran serbuk ampas sagu akan lebih mudah terdispersi dan lebih larut untuk menyebar secara merata dengan campuran bahan kimia dan atau bahan lainnya. *Selulosa* merupakan serat polimer alami yang banyak ditemukan di tanaman yang tersusun atas banyak rantai *glukosa* (*polisakarida*). *Selulosa* tidak larut dalam berbagai macam pelarut dan tahan terhadap perlakuan dengan berbagai bahan kimia, kecuali asam kuat, yang disebabkan adanya ikatan *hidrogen* antargugus *hidroksil* dalam rantai *selulosa* (Karlsson, 2006).

Hasil percobaan lembaran komposit ampas sagu pada variabel ke-52 dalam penelitian ini berbentuk *bio-leather* menggunakan limbah ampas sagu dengan campuran bahan seperti gliserin, natrium karboksimetil selulosa (CMC), pati (tepung) tapioka, serta bahan pewarna tambahan natrium karbonat. Natrium karbonat (Na_2CO_3) merupakan bahan kimia yang digunakan dalam proses pembuatan *pulp* dan kertas yang bersifat *higroskopis* (kemampuan menyerap molekul air). Natrium karbonat yang murni pada umumnya berwarna putih berupa bubuk tanpa warna yang dapat menyerap embun dari udara, mempunyai rasa yang pahit, dan dapat membentuk larutan alkali yang kuat (Mauksch, 2018). Lembaran komposit berbasis *bio-material* menjadi prinsip

inisiasi keberlanjutan yang mengurangi dampak penggunaan bahan hewani maupun sintetis kimia untuk bahan baku produk kulit. *Bio-leather* dari ampas sagu dengan bahan tambahan seperti gliserin, natrium karboksimetil selulosa (CMC), pati tapioka, serta bahan pewarna natrium karbonat memiliki karakter lentur tekuk yang dapat menyerap warna dengan baik, tipis namun tidak rapuh, kemudian juga

terdapat tekstur dengan corak alami pada permukaan lembaran tersebut. Dari hasil percobaan pada nomor 52 dapat disimpulkan bahwa *bio-leather* ampas sagu tidak dapat terkena air dalam jangka waktu lama, sehingga diperlukan pengaplikasian teknik *finishing* dengan *beeswax* untuk memberikan lapisan permukaan material terhadap air (*waterproof*). Proses pengeringan *bio-leather* yang terbuat dari ampas sagu

Tabel 1. Komposisi bahan *bio-leather* ampas sagu

No Sampel	Komposisi Bahan (gram)									Hasil Eksperimen
	Ampas Sagu	Gliserin	Gelatin	Kitosan	Air	Lem PVAc	Pati Tapioka	CMC	Titanium Dioxide	
4	20	6	12	3	800	-	-	-	-	
11	20	10	-	-	600	100	30	-	-	
39	50	10	10	-	800	-	-	-	-	
41	50	15	15	15	800	-	-	-	-	
52	20	20	-	-	800	-	10	10	10	

menggunakan sinar matahari membutuhkan waktu yang sangat lama kurang lebih sekitar 5-7 hari, sehingga diperlukan pengeringan tambahan menggunakan oven agar sirkulasi panas akan lebih merata ke semua bagian permukaan dari lembaran *bio-leather* tersebut. Berdasarkan hasil identifikasi dari warna *bio-leather* ampas sagu dengan pewarna tambahan natrium karbonat setelah satu minggu secara alami tidak mengalami perubahan warna, hal tersebut menunjukkan bahwa natrium karbonat atau disebut juga soda abu dapat digunakan mengikat zat warna untuk membentuk senyawa kompleks yang besar dan berikatan dengan serat selulosa. Lembaran *bio-leather* pada nomor 52 memiliki permukaan yang berbeda tekstur pada kedua sisinya berupa tekstur kasar dan kusam yang berpori, serta bertekstur halus yang memiliki kesan mengkilap sehingga menimbulkan persepsi licin jika dilihat dengan mata. Lembaran *bio-leather* ampas sagu memiliki sifat mekanis dan ketahanan material yang baik terhadap tekukan dan tarikan. *Bio-leather* yang diproduksi dari ampas sagu memiliki keuletan atau tingkat kelenturan yang tinggi, seperti kemampuan untuk fleksibilitas yang dapat ditekuk dan mempertahankan bentuknya tanpa patah jika ditekuk secara berulang kali dengan tangan. Berdasarkan hasil penelitian, *bio-leather* dari ampas sagu dengan menggabungkan bahan pewarna tambahan natrium karbonat memiliki potensi untuk dijadikan material alternatif dalam perancangan produk dengan bahan kulit. Sifat, bakat, atau kemampuan bahan dapat terlihat pada Tabel 2 yang dianalisis dalam segi fisis dan manufaktur.

Tahap implementasi material

Tahap implementasi produk adalah tahap penerapan produk yang telah dibuat untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang dikembangkan dan diterapkan. Pada tahap ini, dilakukan proses manufaktur untuk mengolah lembaran *bio-leather* ampas sagu menjadi produk terapan berupa *wallet card*. Pada tahap implementasi variable ke-52, bahan *bio-leather* ampas sagu yang sudah dikeringkan selama kurang lebih satu minggu, selanjutnya akan dibuat pola produk menjadi dua bagian untuk membuat *wallet card* dengan ukuran 8 cm x 10 cm (pola belakang) dan 6 cm x 10 cm (pola depan). Pada pembuatan pola dasar menggunakan media kertas tebal (kertas berjenis manila) agar lebih kuat dan tahan lama untuk membuat pola produk. Setelah tahap pembuatan pola, dilanjutkan dengan tahap penjahitan pola produk berbahan *bio-leather* dengan menggunakan mesin jahit. Uji kekuatan jahit dilakukan guna mengetahui beban maksimum yang

dibutuhkan untuk memutuskan jahitan pada material *bio-leather* ampas sagu. Kekuatan jahit akan berbanding lurus dengan kekuatan tarik dan kekuatan sobek, apabila kekuatan tarik dan kekuatan sobek tinggi maka kekuatan jahit juga tinggi (Pancapalaga & Nurjannah, 2020). Proses pembuatan produk *wallet card* dari *bio-leather* ampas sagu menggunakan teknik jahit jelujur. Teknik jahit jelujur adalah teknik menjahit yang dilakukan dengan cara menusukkan jarum ke kain secara berulang dengan arah horizontal dan jarak yang sama. Teknik tusuk jelujur dimulai dari kanan ke kiri dengan jarak tertentu atau tusukan jarum ke kain dengan jarak yang sama (konsisten) (Sarah, 2014).

Finishing menjadi tahapan akhir dari proses produksi *wallet card* berbahan *bio-leather* ampas sagu menggunakan teknik lukis dengan cat minyak. Uji pengecatan pada material dilakukan untuk menentukan kualitas dan daya tahan lapisan cat pada lembaran *bio-leather* limbah ampas sagu. Proses penerapan teknik melukis ke dalam media lembaran komposit ampas sagu menggunakan bagian

Tabel 2. Bagan material property property komposit ampas sagu pada variabel ke-52

Fisis	
Tekstur	Permukaan yang berbeda tekstur pada kedua sisinya berupa tekstur kasar (kusam) dan halus (mengkilap)
Warna	Putih yang sedikit kusam dengan bercak cokelat (serbuk empulur sagu)
Suhu	Sedikit terbakar ketika bersentuhan dengan api Mudah rusak jika terkena air
Manufaktur	
Potong	Material dapat dipotong dengan digunting dan di <i>cutter</i>
Jahit	Mampu dijahit untuk memperkuat dan menambah nilai estetika



Gambar 7. Pola *wallet card* *bio-leather* ampas sagu
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)



Gambar 8. Proses penjahitan pola *wallet card bio-leather* ampas sugu
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)



Gambar 9. Proses finishing *wallet card bio-leather* ampas sugu
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)



Gambar 10. Hasil akhir produk *wallet card bio-leather* ampas sugu
(Sumber: Dokumentasi Putri Prabu Utami)

permukaan yang halus dan padat agar memudahkan dalam proses pembuatan sketsa dan pencampuran pigmen warna dengan cat atau tinta untuk menghasilkan warna yang diinginkan. Pemilihan cat minyak sebagai pewarnaan di atas kertas limbah ampas sugu karena sifat dan karakteristik seperti tahan lama, warna pekat dan tidak mudah luntur, mampu menghasilkan gradasi warna yang sangat baik, memberikan tekstur dan detail yang baik pada lukisan, serta memiliki tampilan yang lebih *glossy*. Pemilihan bentuk dan obyek bertemakan tentang simbol-simbol keunikan Papua sebagai upaya mencari strategi yang tepat agar mengekspresikan budaya dan kekayaan alam Papua dengan melukis di atas material lokal (limbah ampas sugu). Objek gambar model yang dilukis pada produk *wallet card* limbah ampas sugu adalah Burung Cenderawasih. Tahap melukis yang terakhir adalah menyempurnakan dan menyelesaikan sketsa yang telah dibuat tersebut dengan pewarnaan cat atau tinta berbasis minyak. Penerapan teknik lukis menggunakan pewarnaan cat minyak bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerapan pigmen warna pada permukaan lembaran komposit berbentuk *bio-leather* yang terbuat dari ampas sugu. Tahapan berikutnya yang dilakukan adalah memberikan lapisan *clear coat* atau pernis dengan teknik semprot agar hasil warna dari lukisan pada lembaran komposit ampas sugu agar lebih mengkilap dan tidak mudah pudar. Berdasarkan hasil pengamatan dari pengaplikasian cat minyak dengan media kuas ke dalam material komposit ampas sugu dapat disimpulkan bahwa cat atau tinta berbasis minyak dapat menyerap dengan sangat baik pada permukaan *bio-leather* tersebut, sehingga mampu mengaplikasikan teknik *blending* untuk menghasilkan gradasi warna atau mencampur warna dari satu warna ke warna berikutnya secara bertahap.

4. Kesimpulan

Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi potensi limbah organik (ampas sugu) yang diakibatkan dari proses pengolahan pohon sugu menjadi pati (tepung) sugu yang dapat mengganggu ekosistem lingkungan. Pemecahan masalah penelitian yang dilakukan melalui tahapan eksperimen material dengan mengolah residu berserat hasil ekstraksi dari limbah sugu menjadi *bio-leather*. Hasil penelitian bertujuan untuk menciptakan inovasi material yang terbarukan menjadi bahan baku kerajinan dalam mendukung kebijakan pemerintah melalui program *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 12, yakni konsumsi dan produksi yang bertanggung

jawab. Penelitian ini memberikan alternatif produk yang ramah lingkungan sesuai dengan konsep desain ekologis untuk menciptakan keseimbangan antara kemampuan alam dan juga kebutuhan manusia, termasuk kemampuan untuk mempertimbangkan setiap konsekuensi dari tindakan yang diambil dan interaksinya dengan lingkungan alam sekitar. Rencana tahap penelitian selanjutnya yang akan dilakukan oleh peneliti berdasarkan roadmap penelitian adalah pengujian mekanis laboratorium terhadap *bio-leather* ampas sagu untuk menentukan karakteristik, seperti kekuatan, kekerasan, kelenturan, dan elastisitas. Material yang telah dilakukan uji mekanis dapat diaplikasikan menjadi bahan baku untuk inovasi dalam perancangan suatu produk yang dapat mempengaruhi dimensi dan kualitas produk, sehingga produk dapat diproduksi secara massal untuk memenuhi kebutuhan fashion. Pengujian material tersebut dapat dilakukan untuk mengetahui apakah material tersebut sesuai dengan kebutuhan dan standar industri, sehingga inovasi dalam eksperimen material dari *bio-leather* ampas sagu tersebut diharapkan dapat menghasilkan karakteristik bahan seperti halnya material *leather* (menyerupai kulit). Pengujian mekanis pada komposit serat alami berupa *bio-leather* dari limbah ampas sagu bertujuan agar material tersebut dapat digunakan untuk material alternatif pengganti kulit nabati (hewan). Penciptaan material kulit vegan yang terbuat dari bahan alami (tumbuhan) dapat dilakukan dengan menggunakan uji coba mekanis agar memiliki sifat konvensional yang terdapat pada produk *leather goods* tercapai, seperti kekakuan-lentur (yang dapat diaplikasikan menjadi produk sabuk, strap, dompet, dan sepatu), lembut-elastis (yang dapat diaplikasikan menjadi produk tas, dompet, jaket, dan sepatu), dapat mempertahankan bentuk atau *wet mould* (yang dapat diaplikasikan sebagai *casing*, dan elemen dekoratif pada produk kulit), serta karakteristik material kulit nabati seperti *covering* (sifat kuat dan melindungi yang digunakan pada produk sepatu dan tas koper), dan *tearing strength* atau anti sobek, serta sifat *aging* dalam masa pemakaian dan motif tekstur yang dapat dimanipulasi.

Ucapan Terima Kasih

Kegiatan penelitian ini merupakan hasil dari Penelitian Dosen Pemula (PDP) yang didanai oleh Direktorat Riset, Teknologi, Dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Tahun 2024. Penulis berterima kasih kepada Rektor dan Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat dan Penjaminan

Mutu Pendidikan (LPPM-PMP) Institut Seni Budaya Indonesia (ISBI) Tanah Papua.

Daftar pustaka

- Adawiyah, R., & Dirgantoro, M. A. (2019). Karakteristik Produksi dan Pendapatan Pengolah Sagu (*Metroxylon* spp.) pada Agroekologi Tanaman Sagu yang Berbeda di Kota Kendari. *Berkala Penelitian Agronomi*, 7(2), 130-138. <http://dx.doi.org/10.33772/bpa.v7i2.10569>
- Ahmad, F.B., Williams, P.A., Doublier, J.L., Durand, S., & Buleon, A. (1999). Physico-Chemical Characterization of Sago Starch, *Carbohydrate Polymers*, 38(4), 361-370. [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(98\)00123-4](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(98)00123-4)
- Ardella, V. (2023). Fast Fashion dan Implementasi SDGS 12.6.1 Di Indonesia: Kewajiban Laporan Keberlanjutan Perusahaan. *MODA*, 5(2), 41-58. <https://doi.org/10.37715/moda.v5i2.4107>
- Ashari, H. P., Rosida., & Priyanto, A. D. (2023). Characteristics of Milkfish Sausage (*Chanos Chanos*) and Carrots (Study of Proportions of Tapioca Flour: Taro Starch and Addition of Egg White). *JITIPARI: Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan*, 8(2), 139-154. <https://ejurnal.unisri.ac.id/index.php/jtpr/article/view/9021>
- Asikin, I. R. (2019). Kontribusi Sustainability Performance Terhadap Sustainable Development Goals Pada Laporan Keberlanjutan PT Pupuk Kalimantan Timur. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.
- Bantacut, T. (2011). Sagu: Sumberdaya untuk Penganekaragaman Pangan Pokok. *Pangan*, 20(1), 27-40. <https://doi.org/10.33964/jp.v20i1.6>
- Capah, B. M., Rachim, H. A., & Raharjo, S., T. (2023). Implementasi SDG'S-12 melalui Pengembangan Komunitas dalam Program CSR. *Share: Social Work Journal*, 13(1), 150-161. <https://doi.org/10.45814/share.v13i1.46502>
- Citroreksoko, P., Sutanto., Taufik. A., Jamaludin., Muharini, A., Purawisastra, S., Suchyadi., Y., & Inawati. (2016). *Kimia Terapan*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Dahlan, K., Kawari, M. M., Bella, H.I.K. & Togibasa, O. (2022). Layanan Penerapan Karbon Aktif sebagai Media Penyaring Air di Lingkungan SMA Negeri 4 Jayapura. *Bakti Hayati, Jurnal Pengabdian Indonesia*. 1(2), 37-42. <https://doi.org/10.31957/bhjpi.v1i2.2395>
- Fifendy, M. (2017). *Mikrobiologi*. Jakarta: Kencana.
- Flach, M. (2005). A Simple Growth Model for Sago Palm. Molat Ambuturus and it's Implications for Cultivation. *Abstracts of the Eight International Sago Symposium in Jayapura, Indonesia. Japan Society for The Promotion Science*.
- Hartono, Rifai, M., & Subawi, H. (2016). *Teknik Pengenalan Komposit*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Intariani, N. P., Puspawati, G. A. K., & Wisaniyasa, N. W. (2022). Pengaruh Konsentrasi Carboxyl Methyl Cellulosa (CMC) Terhadap Karakteristik Bubuk Daun Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) dengan Metode Foam Mat Drying. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(4), 744-755. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i04.p14>
- Istikowati, W. T., Sutiya, B., Sunardi, S., & Sunardi, S. (2021). Pemanfaatan Limbah Sagu Sebagai Bahan Pakan Ternak di Desa Pemakuan Laut, Sungai Tabuk, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 149-155. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v6i2.1822>

- Karlsson, H. (2006). *Fibre guide: Fibre Analysis and Process Applications in the Pulp and Paper Industry*. Swedia: AB Lorentzen & Wettre.
- Kondo, Y., Arsyad, M., Rusdi, M., Mansur, I., Dullah, M. J. (2022). Pengaruh Larutan Natrium Hidroksida Terhadap Kekuatan Komposit Serat Sabut Kelapa. *Sinergi*, 20(1), 96-102. <http://dx.doi.org/10.31963/sinergi.v20i1.3467>
- Lestari, M., Setyawati, D., & Nurhaida. (2018). Karakteristik Papan Partikel dari Ampas Sagu dan Perekat Asam Sitrat Berdasarkan Kerapatan Papan. *Jurnal Hutan Lestari*, 6(2), 428-437. <https://doi.org/10.26418/jhl.v6i2.26163>
- Lisa, M., Lutfi, M., dan Susilo, B. (2015). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Tepung Jamur Tiram Putih (*Plaeotus Ostreatus*). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(3), 270-279. <https://doi.org/10.21776/jkptb.v3i3.293>
- Mauksch, M., & Tsogoeva, S.B. (2018). Spin-paired Solvated Electron Couples in Alkali-ammonia Systems. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 44, 27740-27744. <https://doi.org/10.1039/C8CP05058A>
- McClatchey W., Manner, I.H., & Elevitch, R.C. (2006). *Metroxylon sp.* London: Ecology Papers Inc.
- Murtiono, A. (2012). Pengaruh Quenching dan Tempering Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang untuk Mata Pisau Pemanen Sawit. *Jurnal e-Dinamis*, 2(2), 57-70.
- Pancapalaga, W., & Nurjannah, N. (2020). Evaluasi Pewarnaan Kulit Samak Kelinci Mimosa Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 22(3), 313-320. <https://doi.org/10.25077/jpi.22.3.313-320.2020>
- Prawirosentono, S. (2011). *Manajemen Operasi Analisis dan Studi Kasus*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Raharjo, T. (2013). Penciptaan Seni Kriya: Persoalan dan Model Penciptaan. *Prosiding Mengembangkan Disiplin Penciptaan dan Pengkajian Seni, Pengembangan Model Disiplin Seni ISI Surakarta 2013*.
- Rahmawan. (2011). *Prinsip Dasar Pengeringan*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Bogor: IPB.
- Ridwan, K. A. (2018). Prototipe Pengering Tenaga Surya Ditinjau dari Penggunaan Kolektor Termal Ganda dan Sistem Fotovoltaik. *Jurnal Kinetika*, 9(1), 7-14. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/article/view/2286>
- Sarah, S. (2014). Pengaruh Pola Tusuk Dasar Menjahit Terhadap Lebar Kain Saat Dikenai Beban. *JPS: Jurnal Pendidikan Sains*, 2(2), 1-3. <https://doi.org/10.26714/jps.2.2.2014>.
- Simanihuruk, K., Chaniago, A., & Sirait, J. (2011). Silase Ampas Sagu sebagai Pakan Dasar pada Kambing Kacang Sedang Tumbuh. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2011*.
- Soedarso, Sp. (2006). *Trilogi: Penciptaan, Eksistensi dan Kegunaan Seni*. Yogyakarta: ISI Yogyakarta.
- Timisela, N. R., Siahaya, W. A., Polnaya, F. J., & Hehanussa, A. M. (2023). *Pelestarian dan Penguatan Eksistensi Tanaman Sagu*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Von Elbe, J. H. & Schaller, R. (1968). Hydrochloric Acid in Isolating Anthocyanin Pigments from Montmorency Cherries. *Wiley*, 33(4), 442. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1968.tb03650.x>
