



# Kulit Buah Naga sebagai Spidol Papan Tulis Ramah Lingkungan: Solusi untuk Pendidikan

Rini Fath Marsya<sup>1</sup>, Zaenuddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Teknologi Nusantara, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Mitra Bangsa, Indonesia

Email:<sup>1</sup> [rini.f.marsya@gmail.com](mailto:rini.f.marsya@gmail.com) ; <sup>2</sup>[zaenuddin@umiba.ac.id](mailto:zaenuddin@umiba.ac.id)

## Abstrak

Penelitian ini menyoroti potensinya sebagai alternatif berkelanjutan untuk tinta sintetis. Limbah pangan dapat diolah hingga bernilai manfaat. Ini memberikan contoh praktis untuk pendidikan lingkungan, mendorong inovasi dalam bahan biodegradable dan meningkatkan kesadaran tentang alternatif ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tinta alami ramah lingkungan menggunakan tinta alami dari kulit buah naga, yang berasal dari pigmen buah yang cerah, khususnya betasianin. Pigmen utama betasianin diekstrak dari kulit buah naga dan dikombinasikan dengan arang aktif untuk meningkatkan stabilitas dan diformulasikan menjadi tinta yang biodegradable dan tidak beracun. Prosedur eksperimental meliputi formulasi tinta dan uji coba pengguna pada papan tulis. Tinta yang dihasilkan menunjukkan sifat adhesi yang baik pada permukaan papan tulis. Pengujian pengguna menunjukkan kinerja yang memuaskan dalam penggunaan artistik dan kemasan. Namun, tantangan utamanya adalah menstabilkan pigmen alami untuk memastikan daya tahan warna dan mencegah pemudaran.

**Kata Kunci:** Pendidikan, Tinta, Berkelanjutan, Ramah Lingkungan, Kulit Buah Naga.

## Pendahuluan

Melihat sampah di jalanan bukanlah hal yang aneh, terutama di negara-negara berpenduduk padat seperti Indonesia. Sampah plastik bukan satu-satunya jenis sampah yang muncul dalam kehidupan sehari-hari warga. Berton-ton sampah organik dibuang di tempat pembuangan akhir. Pada tahun 2050, akan ada 9,3 miliar orang di planet ini, meningkatkan permintaan pangan sebesar 50% hingga 70%. Setiap tahun, hampir 1,3 miliar ton, atau sepertiga, dari makanan yang dapat dimakan yang diproduksi untuk penggunaan manusia hilang atau disalahgunakan (Farahdiba dkk., 2023).

Sampah makanan sudah dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara. Misalnya, sampah makanan dapat diubah menjadi produk sehari-hari yang digunakan orang, seperti tinta yang sebagian besar terbuat dari sampah organik. Dengan spidol hapus kering yang ramah lingkungan ini, lebih sedikit bahan kimia berbahaya yang digunakan dibandingkan dengan spidol tradisional, yang mengandung senyawa yang mudah terhirup (Castorina dkk., 2016; Chua dkk., 2020).



Membuat tinta yang "ramah lingkungan" ini memang membutuhkan usaha, tetapi sebenarnya mudah, karena bahan utamanya adalah sampah organik yang mudah diuraikan. Kemudian dilakukan perebusan, selanjutnya penyaringan dan pencampuran pigmen dengan bahan pengental (Fazriyah dkk., 2023).

Kulit buah naga, yang merupakan sekitar 30–45% dari total massa buah, biasanya dibuang sebagai limbah industri pertanian. Pembuangan limbah hayati, seperti kulit buah naga berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan melalui produksi gas rumah kaca dan kontaminasi mikroba selama dekomposisi dalam jumlah besar (Fatimah dkk., 2020).

Kulit buah naga, terutama dari spesies *Hylocereus polyrhizus*, mengandung beberapa komponen yang dapat dimanfaatkan untuk membuat tinta ramah lingkungan. Pigmen utama yang diminati adalah betasianin dan antosianin. Keduanya menawarkan sifat pewarna alami yang cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk tinta (Hariadi dkk., 2023; Wichienchot dkk., 2022; Hasanah dkk., 2023).

Dengan adanya kesempatan untuk membuat produk ini, tujuan utamanya adalah mengurangi tingkat limbah pangan di Indonesia. Selain memperhatikan kesehatan warga dari penggunaan bahan kimia yang berlebihan, produk ini dapat mengurangi tingkat limbah pangan sedikit demi sedikit. Idealnya, tinta harus memiliki tingkat kecerahan warna maksimum, viskositas minimum, dan kecepatan pengeringan yang cepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat spidol tinta dari kulit buah naga (Hamid dkk., 2022; Setyawan dkk., 2023).

Meskipun penelitian sebelumnya telah berfokus secara ekstensif pada sumber organik lain seperti kulit singkong, kunyit, atau bayam—untuk produksi tinta alami, hanya sedikit yang mengeksplorasi potensi pigmen kulit buah naga dalam aplikasi tinta spidol. Dibandingkan dengan singkong, yang utamanya menyediakan pati, kulit buah naga menawarkan sumber pigmen alami, biodegradable, dan kaya anti oksidan yang mengurangi kebutuhan akan zat aditif atau pewarna sintetis (Kayiwa dkk., 2021; Santoso dkk., 2023).

Studi ini membahas kurangnya penelitian tentang tinta berbahan dasar buah naga, terutama untuk formulasi spidol hapus kering, yang membutuhkan kecerahan warna optimal dan waktu pengeringan yang cepat. Dengan memanfaatkan kulit buah naga, penelitian ini tidak hanya mendorong praktik berkelanjutan di sektor pertanian Indonesia, tetapi juga mendukung alternatif yang lebih sehat dan bebas bahan kimia dalam produk penggunaan sehari-hari.

Tujuan studi ini adalah untuk mengembangkan tinta spidol ramah lingkungan dari kulit buah naga yang menunjukkan manfaat lingkungan dan kesehatan sekaligus mengatasi masalah sampah organik yang mendesak di Indonesia.



## Metode

Selama berabad-abad, tinta telah dibuat dari bahan-bahan alami seperti beri, kulit kayu, dan ekstrak daun. Bahan-bahan ini telah digunakan sebagai bahan baku untuk menciptakan berbagai warna dan menghasilkan tinta, pewarna, atau cat ketika dicampur dengan zat lain. Catatan awal menunjukkan bahwa daun teh telah digunakan untuk membuat tinta karena warnanya yang mampu menghasilkan tinta kuning, hijau, cokelat, atau hitam (Ibrahim dkk., 2023; Pratiwi dkk., 2021).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan pengganti tinta yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk tinta yang terbuat dari bahan kimia. Karena pigmen dalam kulitnya, buah naga memiliki warna cerah yang dapat digunakan sebagai pewarna alami untuk membuat tinta.

Penelitian: Tinjauan literatur tentang produksi tinta yang dikombinasikan dengan pemanfaatan bahan limbah organik telah diterapkan dalam pengembangan produk ini.

Pengembangan: Selama proses pembuatan, berbagai pendekatan formulasi tinta dieksplorasi. Awalnya, campuran tersebut terdiri dari kulit buah naga kering, alkohol 70%, gum arab, asam sitrat, dan air. Namun, tinta yang dihasilkan memiliki viskositas rendah, menyerupai air, dan gagal menghasilkan warna yang cerah. Untuk mengatasi keterbatasan ini, bahan pengikat seperti PEG ditambahkan bersama arang untuk menghasilkan pigmen hitam yang lebih pekat (Rahayuningsih dkk., 2021; Li dkk., 2021; Ekoh dkk., 2018; Amakoromo, 2021).

### Bahan:

**Tabel 1.** Bahan dan Fungsinya

Bahan	Fungsi
1. Kulit buah naga	Bahan-bahan utama dengan sifat kimia tertentu memberikan warna
2. Gum Arab	Gum alami yang utamanya berasal dari dua pohon, seperti spesies akasia Afrika: <i>Acacia Senegal</i> dan <i>A. seyal</i> . Biasanya digunakan dalam tinta untuk memastikan zat tersebut menempel pada permukaan yang tidak berminyak. Gum Arab sangat penting untuk memastikan tinta mengalir lancar dari ujung spidol dan melekat dengan baik pada berbagai permukaan. Kemampuan gum Arab kurang maksimal dalam mengikat partikel pigmen, sehingga terdapat partikel pigmen yang bergerak



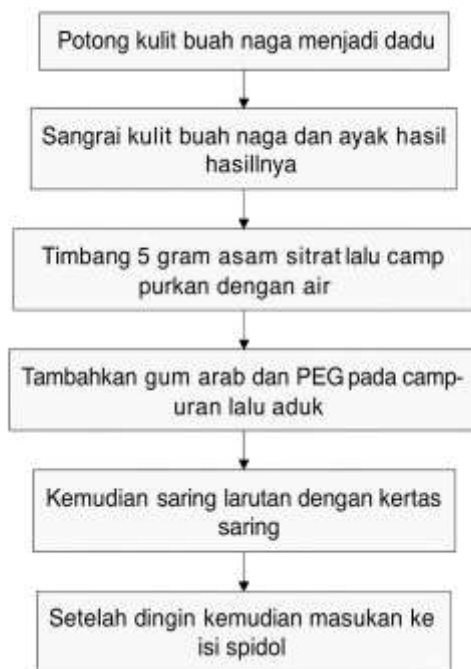
Bahan	Fungsi
	ke bawah dan tidak dapat menempel pada substrat.
3. Polietilen glikol (PEG)	Digunakan sebagai agen pelepas dalam pembuatan tinta organik. PEG akan membuat tinta lebih mudah dihilangkan dari papan tulis. Penggunaan PEG tidak boleh lebih dari 10% dari massa komposisi tinta karena akan membuat viskositasnya lebih tinggi dan sulit dihilangkan.
4. Asam sitrat	Memfasilitasi perubahan warna pada tinta, terutama yang menggunakan pewarna sensitif pH, sehingga meningkatkan fungsinya. Asam sitrat juga dapat menjadi bagian dari formulasi tinta inkjet, yang membantu mengontrol kadar pH.
5. Arang	Sebagai pigmen dalam tinta alami, karena warnanya yang hitam, arang digunakan sebagai warna yang cerah dalam campuran tinta dan membuat hasilnya lebih hitam dan lebih terlihat di papan tulis atau kertas.
6. Alkohol 70%	Sebagai pelarut untuk membantu mengencerkan larutan jika terlalu kental dan tidak dapat digunakan.
7. Air	Sebagai pelarut dalam campuran. Pelarut melarutkan pigmen untuk membuat campuran homogen guna menghasilkan pigmen yang mudah larut.

(Imani, 2023; Sekarlita, 2019)

**Alat:**

1. Kaca arloji
2. Gelas kimia
3. Gelas ukur
4. Hot plate
5. Magnetic stirrer
6. Pipet
7. Batang pengaduk
8. Saringan
9. Kertas saring
10. Corong
11. Cawan uap

### Langka kerja:

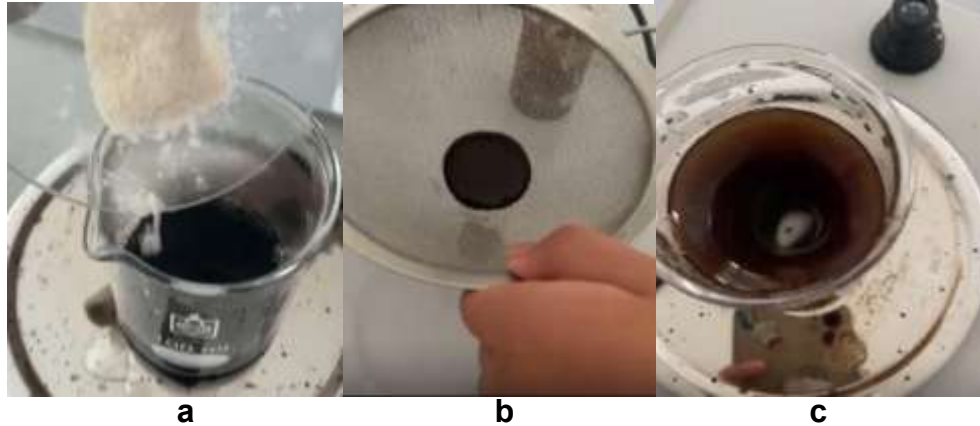


**Gambar 1.** Langkah kerja pembuatan tinta alami dari kulit buah naga

Diagram berikut menggambarkan diagram alir proses produksi tinta alami dari kulit buah naga. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Kulit buah naga dipotong dadu kecil. Kulit buah naga dipotong kecil-kecil untuk memudahkan pemrosesan lebih lanjut.
2. Kulit buah naga disangrai dan di ayak hingga menjadi bubuk halus.
3. Siapkan larutan asam sitrat. Sebanyak lima gram asam sitrat ditimbang dan dilarutkan dalam air, berfungsi sebagai pelarut dan pengawet alami.
4. Tambahkan bubuk kulit buah naga dan bubuk arang. Sambil mengaduk larutan, bubuk kulit buah naga dan bubuk arang ditambahkan. Arang berfungsi untuk meningkatkan intensitas warna dan daya tahan tinta.
5. Gabungkan gum arab dan PEG. Gum arab, yang berfungsi sebagai pengikat dan pengental, dan polietilen glikol (PEG), yang berfungsi untuk menjaga kelembapan dan stabilitas tinta, ditambahkan ke dalam campuran dan diaduk rata.
6. Saring larutan. Campuran kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk menghilangkan partikel kasar, sehingga menghasilkan larutan yang lebih halus.
7. Pendinginan dan penyimpanan. Setelah dingin, tinta alami dipindahkan ke badan spidol untuk digunakan.

## Hasil



**Gambar 2.** Hasil pembuatan tinta alami dari kulit buah naga (2(a) proses memasukkan gum arab ke gelas kimia di atas hot plate. 2(b) proses penyaringan. 2(c) proses pengekstrakan kulit buah naga)



**Gambar 3.** Hasil (3(a) penggunaan spisol kulit buah naga oleh guru English kelas 7. 3(b) penggunaan spisol kulit buah naga oleh siswa)

Untuk mengevaluasi efektivitas dari tinta spidol yang dihasilkan, kuesioner dibagikan kepada 100 guru dan siswa. Kuesioner dirancang menggunakan rubrik yang menilai beberapa aspek utama, termasuk konsep produk, keamanan, kontribusi lingkungan, dampak kesehatan, nilai edukasi, dan kegunaan praktis.

**Tabel 2.** Rubrik Kuesioner

Kriteria	Tanggapan
1. Konsep produk	Konsepnya sangat baik, terutama karena ramah lingkungan dan mendukung keberlanjutan.



Kriteria	Tanggapan
2. Aspek keamanan	Tinta ini lebih aman dibandingkan spidol konvensional karena menggunakan lebih sedikit bahan kimia berbahaya.
3. Kontribusi lingkungan	Membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dengan mendaur ulang sampah makanan sebagai bahan baku.
4. Dampak kesehatan di ruang kelas	Menyediakan pilihan yang lebih sehat bagi siswa dan guru, karena menghindari bau menyengat dan VOC yang terdapat pada spidol biasa.
5. Nilai edukasi	Menginspirasi siswa untuk berpikir kreatif tentang keberlanjutan dan menunjukkan prinsip mengubah sampah menjadi produk yang bernilai.
6. Kegunaan praktis	Mudah digunakan dan cocok untuk lingkungan kelas.

## Pembahasan

Berdasarkan data yang dikumpulkan dari kuesioner yang dibagikan kepada 100 guru dan siswa, spidol ramah lingkungan ini menerima umpan balik yang sangat positif. Responden secara konsisten menekankan bahwa spidol ini merupakan inovasi yang kuat karena menggabungkan tiga aspek penting: keamanan, kepraktisan, dan tanggung jawab lingkungan. Kombinasi ini menjadikannya tidak hanya sebagai alat tulis yang fungsional, tetapi juga produk yang secara langsung mendukung praktik dan pendidikan berkelanjutan. Kesimpulan keseluruhan dari data tersebut menunjukkan bahwa spidol ini dianggap sebagai peningkatan yang berharga dibandingkan pilihan konvensional.

Salah satu alasan utama spidol ini diterima dengan baik adalah keamanannya. Spidol tradisional seringkali mengandung bahan kimia berbahaya dan senyawa organik volatil (VOC) yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan jika digunakan terus-menerus di dalam kelas. Sebaliknya, spidol ramah lingkungan diformulasikan dengan lebih sedikit zat berbahaya, yang mengurangi risiko kesehatan bagi guru dan siswa. Hal ini menjadikannya alternatif yang lebih aman untuk penggunaan sehari-hari, terutama di lingkungan belajar di mana spidol sering digunakan untuk mengajar dan presentasi.



Aspek penting lainnya adalah kegunaan praktis dari spidol ini. Responden mencatat bahwa spidol ini mudah digunakan, menghasilkan hasil yang jelas, dan berfungsi efektif di dalam kelas. Berbeda dengan beberapa produk ramah lingkungan yang mengorbankan kinerja, spidol ini menjaga keseimbangan yang baik antara keberlanjutan dan fungsionalitas. Para guru mengapresiasi kemudahan integrasinya ke dalam rutinitas mengajar sehari-hari tanpa kendala, sementara para siswa merasa spidol ini andal untuk kegiatan di kelas.

Kontribusi lingkungan dari spidol ini juga disorot sebagai keunggulan utamanya. Dengan memanfaatkan limbah pangan, khususnya kulit buah naga, sebagai bahan baku. Tinta ini tidak hanya mengurangi jumlah limbah organik yang berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca, tetapi juga mengubahnya menjadi produk yang bermanfaat. Hal ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular, yang menunjukkan bahwa bahan limbah dapat didaur ulang secara kreatif untuk mengatasi masalah di dunia nyata. Pendekatan semacam ini berkontribusi pada kesadaran dan tanggung jawab lingkungan yang lebih luas di sektor pendidikan.

Terakhir, nilai edukasi dari inovasi ini sangat signifikan. Baik guru maupun siswa memandang spidol ini lebih dari sekadar alat; mereka melihatnya sebagai demonstrasi praktis keberlanjutan dalam praktik. Spidol ini menginspirasi siswa untuk berpikir kritis tentang bagaimana sains dan kreativitas dapat memecahkan tantangan lingkungan. Salah satu testimoni dari seorang guru menekankan bahwa konsep tinta ini sendiri sangat baik karena ramah lingkungan dan bermanfaat dalam banyak hal, seperti lebih aman dan mengurangi gas rumah kaca. Secara keseluruhan, spidol ramah lingkungan ini tidak hanya merupakan produk yang sukses tetapi juga langkah yang berarti menuju promosi keberlanjutan dalam pendidikan.

## **Kesimpulan**

Penelitian ini menunjukkan bahwa tinta ramah lingkungan dapat diproduksi dari limbah organik, seperti kulit buah naga dan arang, untuk menciptakan alternatif yang lebih aman daripada spidol hapus kering biasa. Dengan memanfaatkan pigmen dan pengikat alami, spidol ini tidak hanya efektif tetapi juga membantu mengurangi dampak lingkungan dari limbah makanan. Tanpa menggunakan bahan kimia berbahaya, spidol ini aman untuk penggunaan sehari-hari, terutama di lingkungan pendidikan. Pendekatan ini menghadirkan solusi berkelanjutan untuk pengelolaan limbah makanan, yang berkontribusi pada pelestarian lingkungan dan kesehatan masyarakat di Indonesia dan bahkan di seluruh dunia.



## Pengakuan

Kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada Universitas Teknologi Nusantara atas dukungan dan sumber daya yang diperlukan untuk penyelesaian pengembangan penanda tinta alternatif berbahan kulit buah naga, yang bertujuan untuk mendorong pendidikan yang lebih aman dan berkelanjutan. Dukungan, dorongan, dan keahlian mereka yang berkelanjutan telah berperan penting dalam membentuk penelitian ini.

## Referensi

- Amakoromo, T. E., Abumere, O. E., Amusan, J. A., Anye, V., & Bello, A. (2021). Porous carbon from cassava peels waste for charge storage applications. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 100098. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100098>
- Castorina, R., Tysman, M., Bradman, A., Hoover, S., Iyer, S., & Russell, M. (2016). Volatile organic compound emissions from markers used in preschools, schools, and homes. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 97(13), 1247–1263. <https://doi.org/10.1080/03067319.2016.1250892>
- Chua, B. L., Tang, S. F., Ali, A., & Cho, Y. H. (2020). Optimisation of pectin production from dragon fruit peels waste: Drying, extraction and characterisation studies. *SN Applied Sciences*, 2, 621. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2415-y>
- Ekoh, G., Ilaboya, I. R., & Umukoro, L. O. (2018). Activated carbon from cassava peel as adsorbent of lead (Pb<sup>2+</sup>) in water. *Jurnal Kartika Kimia*, 1(1), 21–28. <https://doi.org/10.26874/jkk.v1i1.8>
- Fatimah, S., Mustika, N., & Pratiwi, S. (2020). Carbon ink characterization from banana and cassava peels by carbonization method. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 5(2). <https://doi.org/10.20961/jkpk.v5i2.33386>
- Farahdiba, A. U., Warmadewanthi, I. D. A. A., Fransiscus, Y., Rosyidah, E., Hermana, J., & Yuniarto, A. (2023). The present and proposed sustainable food waste treatment technology in Indonesia: A review. *Environmental Technology & Innovation*, 32, 103256. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103256>
- Fazriyah, S. N., Arilisa, L. K., & Setyawan, M. (2023). Organic pigment from cassava peel as intermediate material marker ink. *Indonesian Journal of Chemical Engineering*, 1(1), 11–18. <https://doi.org/10.26555/ijce.v1i1.470>



- Hamid, N., Abdul Munaim, M. S., & Abu Seman, M. N. (2022). Regression analysis for the adsorption isotherms of betacyanin extracts from the dragon fruit peel onto the spun silk yarn. *International Journal of Engineering Technology and Sciences*, 9(1), 70–81. <https://doi.org/10.15282/ijets.6.2016.1.7.1057>
- Hariadi, H., Nissa, R. C., Anggara, C. E. W., Hidayat, H., Ferdiansyah, A. E., & Rifqi, M. (2023). Utilization of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels waste as a natural dye. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1241, 012075. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1241/1/012075>
- Hasanah, U., Suryani, A., & Sundari, S. (2023). Microencapsulation of betacyanin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel by foam-mat drying for natural food colorant application. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 20(3), 771–777. <https://doi.org/10.18280/ijdne.200316>
- Ibrahim Grema, M. H., Konan, A. T. S., Kouassi, E. K. A., Amadou Kiari, M. N., Brou, Y. C., & Yao, K. B. (2023). Characterization of cassava peelings as a precursor for biochar preparation. *J. Mater. Environ. Sci.*, 14 (12), 1582, 1594.
- Imani Lazuardi & Haryanto. (2023). Pengaruh variasi volume pewarna dan massa Gum Arab pada kecepatan pengeringan dan viskositas tinta dari kulit buah naga. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 12(1). <https://doi.org/10.33005/envirotek.v12i1.26>
- Kayiwa, R., Kasedde, H., Lubwama, M., & Kirabira, J. B. (2021). Mesoporous activated carbon yielded from pre-leached cassava peels. *Bioresources and Bioprocessing*, 8(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s40643-021-00407-0>
- Li, L., Li, Y., Liu, Y., Ding, L., Jin, X., Lian, H., & Zheng, J. (2021). Preparation of a novel activated carbon from cassava sludge for high-efficiency adsorption of hexavalent chromium in potable water: Adsorption performance and mechanism insight. *Water*, 13(24), 3602. <https://doi.org/10.3390/w13243602>
- Pratiwi, D. S., Udaibah, W., & Kustomo, K. (2021). Synthesis of hydrochar from cassava peels via hydrothermal carbonization and its application as a hard water softener. *Journal of Natural Sciences and Mathematics Research*. ISSN: 2460-4453
- Rahayuningsih, E., Setiawan, F. A., Rahman, A. B. K., Siahaan, T., & Petrus, H. T. B. M. (2021). Microencapsulation of betacyanin from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels using pectin by simple coacervation to enhance stability. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9), 3379-3387. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04910-8>
- Santoso, V. R., Pramitasari, R., & Anugrah, D. S. B. (2023). Development of Indicator Film Based on Cassava Starch–Chitosan Incorporated with Red Dragon Fruit Peel Anthocyanins–Gambier Catechins to Detect Banana Ripeness. *Polymers*, 15(17), 3609. <https://doi.org/10.3390/polym15173609>



- Sekarlita Hapsari Nolandi & Adhi Kusumastuti. (2019). Kelayakan buah naga super merah sebagai bahan dasar dalam pembuatan tinta body art. *Beauty and Beauty Health Education*, 8(1). <https://doi.org/10.15294/bbhe.v8i1.32737>
- Setyawan, M., Fazriyah, S. N., & Arilisa, L. (2023). Organic pigment from cassava peel as intermediate material marker ink. *Indonesian Journal of Chemical Engineering*, 4(1), 10–18. <https://doi.org/10.26555/ijce.v1i1.470>
- Wichienchot, S., Jatupornpipat, M., Onmetta-aree, J., & Sirilun, S. (2022). Production of colorant powder from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel: Bioactivity, heavy metal contamination, antimutagenicity, and antioxidation aspects. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(6), e15044. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15044>