

## Aplikasi Senyawa Antosianin dari Daun Jati (*Tectona Grandis*) Sebagai Pigmen Warna Alami pada Kain Katun

<sup>1</sup>Sasabila, <sup>2</sup>Susi Rahayu, <sup>3</sup>Rahadi Wirawan, <sup>4</sup>Dian W. Kurniawidi

<sup>1,2,3,4</sup>Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Mataram,

Email Korespondensi: [susirahayu@unram.ac.id](mailto:susirahayu@unram.ac.id)

Article Info	Abstract
<p><b>Article History</b>                      Received: 23 January 2023                      Revised: 12 April 2023                      Published: 30 April 2023</p> <p><b>Keywords</b>                      Maltodextrin Filler,                      Particle Size Analyzer,                      Polydispersity Index</p>	<p><b>Application of Anthocyanin Compounds from Teak Leaves (<i>Tectona Grandis</i>) As Natural Color Pigments in Cotton Fabrics.</b> Woven cloth from Sade village is one of the woven products that still adheres to the ancestral heritage in the manufacturing process. Starting from the yarn spinning process, yarn sizing process, and yarn dyeing process, they still use traditional methods and natural materials. The use of natural dye powder as a dye for cotton fabrics can improve the quality of the yarn. One of the ways is by modifying the particle size of color pigment powder. So, it is necessary to do research to identify the effect of adding maltodextrin filler on the characteristics of anthocyanin compound powder. The other objective is to identify the effect of adding maltodextrin filler on the color characteristics of the fabric. Preparation of anthocyanin compounds using maceration and evaporation methods, where the characteristics of the obtained powder are measured for its water content by proximate testing. While measuring the polydispersity index and particle size using a particle size analyzer (PSA). Color characteristics using Android-based software, namely the analysis of color names with Colorpedia, <math>\Delta E</math> and RGB values with the color tool and color grab. The results of identifying the characteristics of the powder showed that the addition of filler affected the moisture content, size, and polydispersity index of the anthocyanin compound powder. Powder with the addition of 15% filler produced the lowest water content of 10.39%, the smallest size of 521.9 nm, and the smallest polydispersion index of 0.429. In addition, the color characteristics resulting from the addition of filler have a basic color that is not much different, namely brownish red. However, what is different is the degree of discoloration. Of the <math>\Delta E</math> values, the addition of 15% filler resulted in the lowest discoloration. Thus, the powdered anthocyanin compounds extracted can be applied as dyes to cotton fabrics. The addition of 15% maltodextrin filler is recommended as an alternative for making dye powders that are applied to cotton fabrics.</p>
Informasi Artikel	Abstrak
<p><b>Sejarah Artikel</b>                      Diterima: 23 Januari 2023                      Direvisi: 12 April 2023                      Dipublikasi: 30 April 2023</p> <p><b>Kata kunci</b>                      Analisis Ukuran Partikel,                      Filler Maltodiekstrin,                      Indeks Polidispersi</p>	<p>Kain tenun dari desa Sade merupakan salah satu produk tenun yang masih memegang teguh warisan leluhur dalam proses pembuatannya. Mulai dari proses pemintalan benang, sizing benang, hingga proses pewarnaan benang masih memanfaatkan metode tradisional dan bahan alami. Penggunaan serbuk pewarna alami sebagai pewarna kain katun dapat meningkatkan kualitas benang. Salah satu caranya melalui modifikasi ukuran partikel serbuk pigmen warna. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi pengaruh penambahan filler maltodiekstrin terhadap karakteristik serbuk senyawa antosianin. Adapun tujuan lain yaitu untuk mengidentifikasi pengaruh penambahan filler maltodiekstrin terhadap karakteristik warna kain. Pembuatan senyawa antosianin menggunakan metode maserasi dan evaporasi. Dimana karakteristik serbuk yang diperoleh diukur kadar air nya dengan pengujian proximate. Sedangkan pengukuran indeks polidispersitas dan ukuran partikel menggunakan <i>particle size analyzer</i> (PSA). Untuk karakteristik warna menggunakan software berbasis android yaitu analisis nama warna dengan <i>colorpedia</i>, nilai <math>\Delta E</math> dan RGB dengan <i>color tool</i> dan <i>color grab</i>. Hasil identifikasi karakteristik serbuk menunjukkan bahwa penambahan filler mempengaruhi kadar air, ukuran, dan indeks polidispersitas serbuk senyawa</p>

antosianin. Serbuk dengan penambahan filler 15% menghasilkan kadar air terendah 10,39 %, ukuran terkecil 521,9 nm, dan indeks polidispersi terkecil 0,429. Selain itu, karakteristik warna yang dihasilkan dari penambahan filler memiliki warna dasar yang tidak jauh berbeda yaitu merah kecokelatan. Namun, hal yang berbeda adalah tingkat kelunturannya. Dari nilai  $\Delta E$ , penambahan filler 15% menghasilkan kelunturan yang paling rendah. Sehingga, serbuk senyawa antosianin hasil ekstraksi dapat diaplikasikan sebagai pewarna pada kain katun. penambahan filler maltodiekstrin 15% direkomendasikan sebagai alternatif pembuatan serbuk pewarna yang diaplikasikan pada kain katun.

**Sitasi:** Salsabila, S., Rahayu, S., Wirawan, R., & Kurniawidi, D. W. (2023). Aplikasi Senyawa Antosianin dari Daun Jati (*Tectona Grandis*) Sebagai Pigmen Warna Alami pada Kain Katun. *Kappa Journal*, 7(1), 1-9.

## PENDAHULUAN

Lombok merupakan salah satu destinasi wisata halal dunia. Lombok terkenal dengan berbagai keanekaragaman keindahan wisata dan kerajinan tenun yang dimiliki. Saat ini banyak desa wisata di Lombok yang menciptakan tenun khas dari wilayah masing-masing, salah satunya desa Sade. Di desa Sade, pembuatan tenun masih memegang kuat warisan leluhur seperti proses sizing dan pewarnaan. Kedua proses tersebut masih menggunakan bahan-bahan alami sebagai sumbernya. Misalnya, pada proses sizing benang masih memanfaatkan beras sedangkan pada proses pewarnaan masih menggunakan daun-daun sekitar pemukiman. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, proses sizing benang mampu meningkatkan kekuatan tarik benang (Mardialina, dkk., 2018). Adapun penelitian lain menemukan bahwa proses pewarnaan benang dapat meningkatkan kuat tarik benang juga (Rahayu, dkk., 2021). Sehingga, secara tidak langsung proses pewarnaan akan meningkatkan kualitas tenun yang dihasilkan baik dari segi daya tarik warna maupun kekuatan kain.

Warna benang yang diperoleh dari proses pewarnaan merupakan hasil penyerapan pigmen warna pada benang tersebut. Pigmen warna alami dapat diperoleh dari berbagai sumber bagian tanaman seperti daun, buah, akar, maupun kulit pohon (Mardiyanti, 2016). Salah satu jenis tanaman yang sering digunakan sebagai sumber pigmen warna yaitu daun jati (*tectona grandis*). Daun jati memiliki pigmen warna utamanya senyawa antosianin. Senyawa antosianin memiliki keunikan dibandingkan senyawa pigmen lain yaitu dapat memberikan beberapa variasi warna seperti warna merah, ungu bahkan merah gelap (Kembaren, dkk., 2014). Senyawa ini juga memiliki keunikan lain yakni kestabilan warnanya dapat terganggu jika terjadi perubahan pH, suhu, dan cahaya (Surianti dkk., 2019).

Senyawa antosianin dapat diperoleh melalui berbagai metode salah satunya metode maserasi. Ekstraksi daun jati dengan metode maserasi menghasilkan warna merah (Yuliaty & Susanto, 2015). Adapun ekstraksi daun jati dapat dilakukan dengan penambahan filler (pengisi). Bahan yang dapat digunakan sebagai *filler* salah satunya adalah maltodekstrin. Penambahan filler dapat mengecilkan ukuran partikel serbuk. Hal ini biasanya terjadi karena penambahan filler mampu menurunkan kecenderungan serbuk melekat pada dinding pengering (Kembaren dkk., 2014). Berkurangnya serbuk yang menempel juga akan mempengaruhi jumlah serbuk yang dihasilkan. Selain itu, perbedaan konsentrasi filler dapat mempengaruhi konsentrasi antosianin, massa, kadar air, ukuran, dan pH yang diperoleh (Tazar dkk., 2017).

Ukuran partikel yang semakin kecil dapat meningkatkan kemampuan partikel menyerap pada suatu bahan. Keunggulan ini dimanfaatkan untuk mengoptimalkan penyerapan pigmen warna pada kain katun (Syahidi et al., 2019). Penelitian mengenai pemanfaatan daun jati sebagai sumber pewarna alami juga sudah pernah dilakukan. Daun jati menghasilkan warna coklat muda hingga coklat tua pada benang katun. Adapun benang yang telah diwarnai menghasilkan kuat tarik yang meningkat dibandingkan benang yang belum diwarnai (Rahayu dkk., 2021). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penggunaan serbuk pewarna alami

sebagai pewarna kain katun dapat ditingkatkan karakteristiknya melalui modifikasi ukuran partikel serbuk pigmen warna. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk meninjau karakteristik serbuk dan warna yang dihasilkan dari ekstraksi daun jati menggunakan filler.

## METODE

### Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu daun jati, *filler* maltodiekstrin, kain rayon, aquades, tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ), aluminium foil, plastic klip. Adapun alat yang digunakan pada penelitian yakni blender, pisau, gelas kimia, oven, timbangan digital, *magnetic stirrer*, pengaduk, mortar, panik, kompor, gelasukur, dan cawan petri,. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis data yaitu *particle size analyzer* (PSA) dan *handphone* android menggunakan software *colorpedia*, *color tool* dan *color grab*.

### Metode

Pembuatan serbuk daun jati dilakukan dengan menggunakan perpaduan metode maserasi dan metode evaporasi. Secara umum tahapan pembuatan serbuk dilakukan dengan pencucian, pemotongan, penggerusan, ekstraksi, penambahan *filler* maltodiekstrin dan pengeringan. Daun jati yang sudah dibersihkan dipotong menjadi bagian yang lebih kecil. Kemudian daun diperkecil ukurannya dengan blender. Selanjutnya membuat larutan pewarna dengan perbandingan 1 : 100. Larutan pewarna diuapkan menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan pewarna di berikan penambahan *filler* maltodiekstrin 5%, 10%, dan 15%. Selanjutnya, proses pengeringan dengan waktu 4 jam pada suhu  $60^{\circ}C$ . Pada tahapan akhir dihaluskan dengan mortar dan diayak dengan ayakan 100 mesh dan diperoleh serbuk yang homogen. Setiap sampel yang dihasilkan diberi kode sampel, A untuk sampel tanpa *filler*, B1 untuk penambahan *filler* 5%, B2 untuk *filler*10%, B3 untuk *filler* 15%. Setelah proses pembuatan serbuk, serbuk hasil ekstraksi diaplikasikan pada kain katun menggunakan metode pewarnaan. Proses pewarnaan terdiri dari tiga proses yaitu proses mordanting, proses pewarnaan, dan proses fiksasi. Kain rayon dipotong dengan ukuran (10x10) cm, proses pertama yang dilakukakn proses mordanting yaitu perendaman selama 12 jam pada larutan tawas dan aquades. Proses selanjutnya dilakukan pewarnaan, serbuk daun jati dengan beberapa variasi dilarutkan sebanyak1 gram dalam aquades dengan perendaman selama 10 menit dengan metode pemanasan. Proses terakhir yaitu proses fiksasi kain yaitu dilakukan perendaman selama 30 menit dengan larutan tawas. Kain yang telah diwarnai diuji ketahanan luntur berdasarkan SNI ISO 105-C06:2010. Pengujian sesuai standar SNI yaitu mencuci kain dengan sabun (*Grey Scale*). Pencucian dilakukan dengan proses kain sampel diletakan diantara kain putih, selanjutnya dilakukan pengadukan larutan sabun pada suhu berkisar  $40^{\circ}C$ - $50^{\circ}C$  (Widian, dkk., 2022).

### Analisis Data

Beberapa data hasil penelitian dilakukan analisisnya yakni analisis data *particle size analyzer* (PSA) dan analisis data warna. Data ukuran partikel telah diproses langsung oleh alat karakterisasi PSA menggunakan program IBM SPSS statistic dengan metode *independent sampel t-test*. Namun untuk data PDI (*Poly Dispersity Index*) diolah dengan *Microsoft Excel*. Nilai PDI menunjukkan partikel monodipersi atau partikel polidispersitas. Nilai PDI didapatkan dari nilai kuadrat standar deviasi yang dibagi dengan rata-rata diameter partikel. Hasil ukuran partikel dan distribusi langsung tertera pada data hasil pengujian yang dilakukan pada pusat penelitian Nanosains dan Nanopartikel (ITB).

Analisis warna RGB pada kain dianalisis dengan *software* yaitu *Colorpedia* dan *color grab*. Kedua *software* tersebut akan mendapatkan nilai RGB pada setiap kain. Nilai RGB yang diperoleh akan dianalisis dengan *colortool* untuk mendapatkan nilai  $\Delta E$ . Nilai  $\Delta E$  merupakan perbedaan dua buah cuplikan warna setelah pewarnaan dengan setelah pencucian. Dari proses tersebut akan didapat kode warna yang bisa diterjemahkan dengan menggunakan *color pedia*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstrak daun jati dengan perpaduan metode maserasi dan metode evaporasi menggunakan tambahan filler maltodiekstrin diperoleh serbuk halus (Gambar 1). Penambahan filler mempengaruhi karakteristik serbuk pewarna dan warna yang dihasilkan. Adapun beberapa karakteristik tersebut yakni kadar air, ukuran partikel, indeks polidispersitas, dan warna yang dihasilkan pada kain.



Gambar 1. Serbuk senyawa antosianin dari ekstrak daun jati

Serbuk pewarna dari daun jati telah berhasil dibuat baik menggunakan filler maupun tanpa filler. Secara kasat mata tidak ada perbedaan warna dan bentuk serbuk yang diperoleh dari perbedaan perlakuan. Namun, secara mikroskopis dapat terlihat jelas perbedaan karakteristik dari masing-masing perlakuan. Salah satu karakteristik yang diidentifikasi yaitu kadar air yang terkandung dalam masing-masing sampel (table 1).

Tabel 1. Hasil Kadar Air Serbuk Pewarna Alami Daun Jati dengan Variasi *Filler* Maltodiekstrin

Sampel	Kadar Air (%)
A	14,36
B1	10,46
B2	10,50
B3	10,39

Dari data (tabel 1) menunjukkan bahwa penambahan *filler* maltodiekstrin dapat menurunkan kadar air serbuk pewarna dari daun jati. Jumlah kadar air terkecil diperoleh pada sampel B3 yakni penambahan maltodiekstrin 15%. Menurunnya jumlah kadar air pada sampel akibat sifat maltodiekstrin yaitu mampu mengikat air bebas pada bahan dan mampu mempercepat proses pengentalan sehingga serbuk lebih cepat mengering. Jumlah kadar air 10,39% pada sampel B3 telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Dimana, semakin kecil kadar air dari suatu serbuk akan mencegah terjadinya pertumbuhan mikroba yang dapat

merusak bahan. Sehingga semakin kecil kadar air maka dapat menjamin masa simpan dari serbuk pewarna alami daun jati.

Secara umum, variasi konsentrasi *filler* maltodiekstrin mengakibatkan terjadi penurunan kadar air dari serbuk pewarna alami daun jati. Penambahan *filler* maltodiekstrin mempercepat total padatan bahan yang dikeringkan, sehingga air yang diuapkan semakin sedikit. Pada (Badarudin, 2006) semakin tinggi total padatan yang dikeringkan sampai batas tertentu maka kecepatan penguapan akan semakin tinggi, sehingga kadari air bahan menjadi rendah. Hal tersebut dikarenakan juga sifat maltodiekstrin yaitu mampu mengikat air bebas pada bahan, sehingga dengan penambahan maltodiektrin yang semakin banyak dapat menurunkan kadar air (Hindom, dkk., 2004).

Selain kadar air, serbuk diidentifikasi ukuran dan indeks polidispersinya (tabel 2). Kedua karakteristik ini dianalisis menggunakan *particlesize analyzer* (PSA).

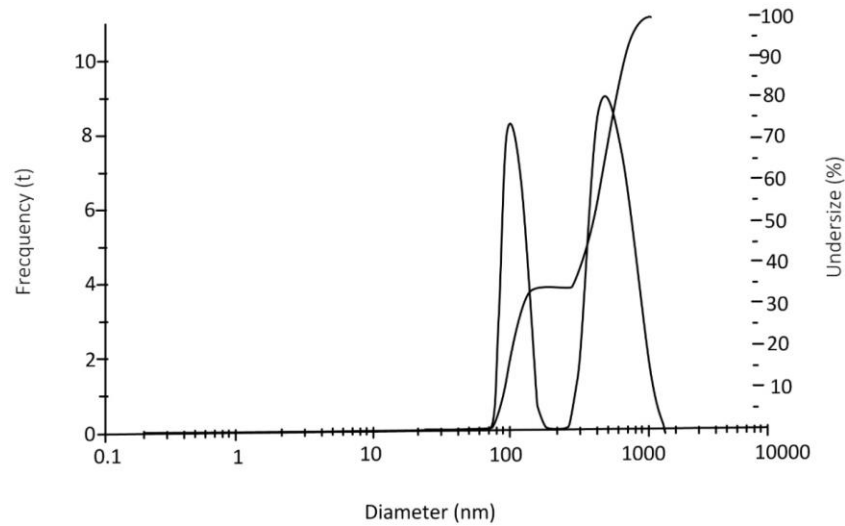
Tabel 2. Ukuran Partikel dan Indeks Polidispersitas

Sampel	Ukuran Partikel (nm)	Indeks Polidispersitas
A	1311,5	0,826
B1	1105	0,653
B2	567,8	0,464
B3	521,9	0,429

Penambahan *filler* maltodiekstrin memberikan pengaruh terhadap ukuran partikel serbuk pewarna. Dalam ilmu nanoteknologi, keempat sampel telah memenuhi syarat sebagai material nano, secara spesifik ukuran tersebut masuk dalam kategori material partikel halus (*fine particle*). Ukuran terkecil pada penelitian diperoleh pada sampel B3. Dari tabel 2, teridentifikasi penambahan *filler* dapat menurunkan ukuran partikel. Hal tersebut terjadi karena *filler* maltodiekstrin dapat mempercepat proses penguapan pada bahan ekstraksi sehingga bahan lebih cepat mengalami pengentalan. Proses penguapan yang cepat mengindikasikan terjadinya perubahan suhu yang lebih cepat pula. Perubahan suhu tersebut akan mempengaruhi ukuran partikel serbuk senyawa antosianin, karena perubahan suhu merupakan salah satu factor suatu bahan dapat mengalami perubahan ukuran.

Adapun distribusi partikel dari senyawa antosianin ekstrak daun jati ditinjau dari nilai indeks polidispersitasnya. Semakin kecil nilai indeks polidispersitas maka semakin homogen ukuran partikel dari suatu bahan, begitupula sebaliknya. Berdasarkan tabel 2, penurunan nilai indeks polidispersitas diikuti dengan penurunan ukuran partikel yang dihasilkan. Dari hasil penelitian diperoleh nilai indek polidipersitas terkecil pada sampel B3 yaitu 0,429. Menurut acuan indeks polidispersitas, nilai 0,429 berada pada nilai tengah indeks polidispersitas. Hal tersebut terkait dengan ukuran partikel yang belum homogen pada sampel. Keadaan ini terjadi akibat proses pengentalan yang dialami saat proses ekstraksi. Adapun kondisi tidak homogennya sampel dapat terlihat jelas pada gambar 2.



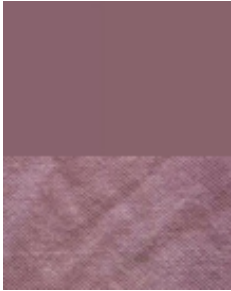
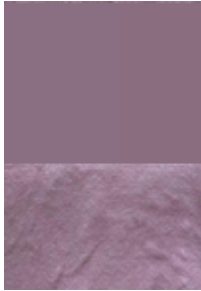
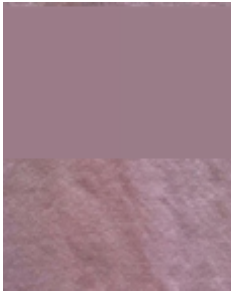
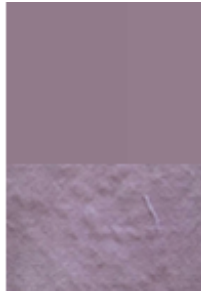


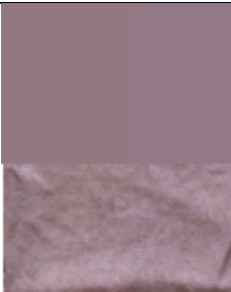
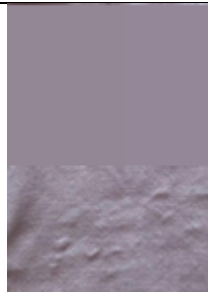

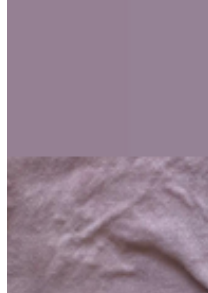
Gambar 2. Distribusi ukuran partikel serbuk senyawa antosianin dari ekstrak daun jati

Distribusi ukuran partikel serbuk yang diperoleh masih tidak homogen, hal ini disebabkan akibat oleh adanya agregasi partikel nano pigmen dan bahan pengisi yaitu filler malodiekstrin yang berinteraksi satu sama lain (Kim, dkk., 2006).

Hasil analisis karakteristik warna dari serbuk yang diaplikasikan pada kain ditinjau dari RGB, jenis warna, dan kode warna. Analisis karakteristik warna menggunakan *software* berbasis android yaitu analisis nama warna dengan *colorpedia*, nilai  $\Delta E$  dan RGB dengan *color tool* dan *color grab*

Tabel 3. Karakteristik Warna pada kain

Sampel	Kain sebelum dicuci	RGB	Kain setelah dicuci	RGB	$\Delta E$
A	#89646D		#8A6F81		0,64
		138; 100; 109		138; 111; 129	
B1	#9C7C87		#948193		0,81
		156; 124; 135		148; 129; 147	
B2	#947981		#938896		
		148; 121; 129			

				147; 136; 150	0,96
	#9B8088		#917C8B		
B3		155; 128; 136		145; 124; 139	0,55

Nilai  $\Delta E$  merupakan nilai perbedaan sebelum dicuci dengan sesudah dicuci. Dari tabel 3 teridentifikasi bahwa penambahan persentasi *filler* mempengaruhi tingkat kelunturan warna yang dihasilkan. Pada *filler* 15% perubahan warna yang terjadi tidak signifikan sesuai dengan nilai  $\Delta E$ . Nilai dari  $\Delta E$  merupakan acuan nilai warna dan intensitas penerangan. Penambahan *filler* maltodiekstrin pada proses produksi memiliki sifat dapat mempertahankan warna menurut (Alfian, dkk., 2015) Namun penambahan *filler* maltodiekstrin dapat menurunkan intensitas warna menurut (Hardjanti, 2008) penurunan intensitas warna terjadi akibat dari maltodiekstrin berwarna putih menambah jumlah padatan dan tidak mengandung zat warna, sehingga mengurangi proporsii dari warna yang dihasilkan pada saat sebelum pencucian dan setelah dilakukan proses pencucian.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ekstraksi pembuatan serbuk senyawa antosianin dari daun jati berhasil dilakukan. Senyawa ini dapat dijadikan sebagai pigmen warna alami. Adapun karakteristik serbuk yang dihasilkan yaitu penambahan filler mempengaruhi kadar air, ukuran partikel, dan indeks polidispersi serbuk antosianin. Dari keempat sampel yang diuji, sampel dengan penambahan filler maltodiekstrin 15% yang memiliki kadar air terendah 10,39 %, ukuran terkecil 521,9 nm, dan indeks polidispersi terkecil 0,429. Selain itu, karakteristik warna juga diidentifikasi nilai RGB, kode warna dan nilai  $\Delta E$ . Warna yang dihasilkan dari keempat sampel memiliki warna dasar yang tidak jauh berbeda yaitu merah kecokelatan. Namun, hal yang berbeda adalah tingkat kelunturannya. Dari nilai  $\Delta E$ , sampel B3 menghasilkan kelunturan yang paling rendah. Oleh karena itu, sampel dengan penambahan filler maltodiekstrin 15% direkomendasikan sebagai alternatif pembuatan serbuk pewarna yang diaplikasikan pada kain katun.

## SARAN

Penelitian lanjutan perlu dilakukan guna memperoleh teknik ekstraksi yang lebih sederhana. Penyederhanaan teknik akan mempermudah proses produksi masal pewarna alam. Sehingga memungkinkan untuk diproduksi secara berkelanjutan sebagai alternatif pengganti pewarna sintetis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan kolaborasi penelitian tim laboratorium fisika material FMIPA Universitas Mataram dengan mahasiswa program studi Fisika untuk menghilirisasi produk pewarna alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, Y., Emanauli, D. F. (2015). *Pengaruh Konsentrasi Maltodekstrin terhadap Karakteristik Pewarna Bubuk dari Ekstrak Kulit Buah Naga ( Hylocereus costaricensis ) ( The effect of the concentration of maltodextrine on the characteristic of dye extracted from dragon fruit ( Hylocereus cost. 357–362.*
- Badarudin, T. (2006). *Penggunaan Maltodekstrin pada Yoghurt Bubuk Ditinjau dari Uji Kadar Air Keasaman, pH, Rendemen, Reabsorpsi Uap Air, Kemampuan Keterbasahan, dan Sifat Kedispersian.*
- Hardjanti, S. (n.d.). *Potensi Daun Katuk sebagai Sumber Zat Pewarna Alami dan Stabilitasnya selama Pengeringan Bubuk dengan Menggunakan Binder Maltodekstrin. 2008, 1–18.*
- Hindom, G.V., Lorensia, M.E.P., dan Fransiskus, S. P. (2004). *Kualitas Flakes Talas Belitung dan Kecambah Kedelai (Glycine max L.) dengan Variasi Maltodekstrin. 1–14.*
- Kembaren, B.R., Sesotya, P., Nurwenda, N.M., Kiki, Y., Radyum, I., Nurul, T.R., Etik, M. (2014). *Ekstraksi Dan Karakterisasi Serbuk Nano Pigmen Dari Daun Tanaman Jati (Tectona Grandis Linn. F). Jurnal Kimia Dan Kemasan, 36(1), 191–196.*  
<https://doi.org/10.24817/jkk.v36i1.1904>
- Kembaren, R., Putriliniar, S., Maulana, N. N., Ikono, R., Rochman, N. T., & Mardiyati, E. (2014). *Ekstraksi dan Karakterisasi Serbuk Nano Pigmen dari Daun Tanaman Jati ( Tectona Grandis Linn . F ). Kimia Kemasan, 36(1), 191–196.*
- Kim, D.G., Young, I.J., Changyong, C., Sung, H.R., Seong, K.K., Mi Kyeong, J., dan Jae, W. N. (2006). *Retinol-encapsulated Low Molecular Water-soluble Chitosan Nanoparticles. Journal of Pharmaceutics, 319, 130–138.* <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2006.03.040>
- Mardialina, G., Siti, A., Susi, R., dan Dian, W. K. (2018). *Innovation to Increase The Tensile Strength of Sade Woven Yarn Using Sizing Method. 124–128.*
- Mardiyanti. (2016). *Kain Tenun Tradisional Dusun Sade, Rembitan, Pujut, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat.*
- Rahayu, S., Kurniawidi, D. W., Hudha, L. S., & Alaa, S. (2021). *New Techniques For Improving The Quality of Cotton Yarn Using Natural Dyes From Teak Leaves (Tectona Grandis), Ketapang leaves (Terminalia catappa), and tender skin (Lannea coromandelica). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 637(1).*  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012084>
- Surianti, S., Husain, H., & Sulfikar, S. (2019). *Uji Stabilitas Pigmen Merah Antosianin dari Daun Jati Muda (Tectona grandis Linn f) terhadap pH sebagai Pewarna Alami. Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia, 20(1), 94.*



<https://doi.org/10.35580/chemica.v20i1.13623>

- Syahidi, K., Zahara, L., & Ariandani, N. (2019). Pendekatan Scientific Approach dalam Mengembangkan Alat Praktikum IPA Terintegrasi Lingkungan untuk Meningkatkan Keterampilan dan Kreativitas Guru IPA. *Kappa Journal*, 3(2), 148–155.  
<https://doi.org/10.29408/kpj.v3i2.1638>
- Tazar, N., Violalita, F., Harmi, M., & Fahmy, K. (2017). Pengaruh Perbedaan Jenis dan Konsentrasi Bahan Pengisi Terhadap Karakteristik Pewarna Buah Senduduk. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), 89–94.
- Widian, O.A., Tri, W., dan Agus, H. (2022). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Zat Fiksasi Pada Ekstrak Daun Mangga dalam Pewarnaan Kain Batik. *Jurnal Tengawang*, 12(1), 76–85.
- Yuliawaty, S. T., & Susanto, W. H. (2015). Effect of Drying Time and Concentration of Maltodextrin on The Physical Chemical and Organoleptic Characteristic of Instant Drink Noni Leaf (*Morinda citrifolia*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 41–51.