

PENGOPTIMALAN UKURAN DAUN MUDA STROBILANTHES CUSIA SEBAGAI PEWARNA ALAM INDIGO MELALUI PROSES MASERASI

Seto Brian Witanto¹, Dewi Wahyuningtyas²

^{1,2}. Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

e-mail : ¹setobrianwnt29@gmail.com, ²dewi.wahyuningtyas@akprind.ac.id

ABSTRACT

Indigo is one of the blue natural dyes used by batik crafts and the textile industries. Indigo is obtained by taking dye from the *Strobilanthes cusia* plants. The growth of them in Indonesia are abundant, especially in Temanggung Regency. This study aimed to determine the effect of *Strobilanthes cusia* young leaves size on the indigo color and the effect of maceration time on the indigo color. The process of taking indigo dye consisted of chopping young leaves with various sizes (0,5;1;2;3;4;5 cm; and not chopped), maceration using water solvent at room temperature with varying time (2;3; 4; 5; 6; 24; 48; and 72 hours), and the separation of the filtrate from residue. The results of the experiment based on the physical appearance showed that there were differences in the color density and the sediment appearance. To determine indigo color, the experimental results were analyzed using a UV-Vis spectrophotometer at wavelength of 409 nm. The optimum conditions were obtained maceration time of 72 hours, leaves size of 0.5 cm and the highest absorbance value of 18.45. To determine indirubin color, the experimental results were analyzed at wavelength of 678 nm. The optimum conditions were obtained maceration time of 72 hours, leaves size of 0.5 cm, and the highest absorbance value of 7.575. The high absorbance value indicates that the concentration of indigo dye in the *Strobilanthes cusia* leaves is also the highest according to Lambert Beer's Law. *Strobilanthes cusia* has potential as a natural dye with indigo and indirubin colors.

Keywords : absorbance, leaves size, maceration time, natural dye indigo, *Strobilanthes cusia*

INTISARI

Indigo merupakan salah satu pewarna alam berwarna biru yang digunakan oleh perajin batik dan industri tekstil. Indigo diperoleh dengan cara pengambilan zat warna dari tanaman *Strobilanthes cusia*. Pertumbuhan *Strobilanthes cusia* di Indonesia sangat besar terutama di Kabupaten Temanggung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran cacahan daun muda *Strobilanthes cusia* terhadap warna indigo dan pengaruh waktu maserasi daun muda *Strobilanthes cusia* terhadap warna indigo yang dihasilkan. Proses pengambilan zat warna indigo terdiri dari pencacahan daun muda *Strobilanthes cusia* ukuran bervariasi (0,5;1;2;3;4;5 cm; dan tidak dicacah), maserasi menggunakan pelarut air pada suhu ruang dengan waktu bervariasi (2;3;4;5;6;24;48; dan 72 jam), dan pemisahan filtrat dari residu daun. Hasil percobaan berdasarkan kenampakan fisik terlihat perbedaan kepekatan warna yang gelap dan timbul sedimen. Untuk mengetahui kandungan warna indigo, hasil percobaan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 409 nm, didapatkan kondisi optimum pada waktu maserasi 72 jam, ukuran daun 0,5 cm dan nilai absorbansi tertinggi sebesar 18,45. Untuk mengetahui kandungan warna indirubin, hasil percobaan dianalisis pada panjang gelombang 678 nm didapatkan kondisi optimum waktu maserasi 72 jam, ukuran daun 0,5 cm, dan nilai absorbansi tertinggi sebesar 7,575. Nilai absorbansi yang tinggi menunjukkan bahwa konsentrasi zat warna indigo dalam daun *Strobilanthes cusia* juga tertinggi sesuai dengan hukum Lambert-Beer. *Strobilanthes cusia* berpotensi sebagai pewarna alam dengan kandungan warna indigo dan indirubin.

Kata kunci : absorbansi, pewarna alam indigo, *Strobilanthes cusia*, ukuran daun, waktu maserasi

1. PENDAHULUAN

Indigo merupakan salah satu pewarna alam yang digunakan oleh perajin batik dan kerajinan tekstil. Pada proses pewarnaan batik tradisional, indigo digunakan untuk memberi warna biru. Indigo juga dipakai dalam pewarnaan tenun dan jenis tekstil kerajinan lain seperti tritik sasirangan dan jumputan. Indigo dapat memberikan warna biru yang khas karena memiliki pigmen indigotin (Lestari, K. & Sulaeman, 1998). Kebutuhan pewarna indigo untuk industri batik dan kerajinan tekstil cukup tinggi. Indigo telah menjadi salah satu komoditas

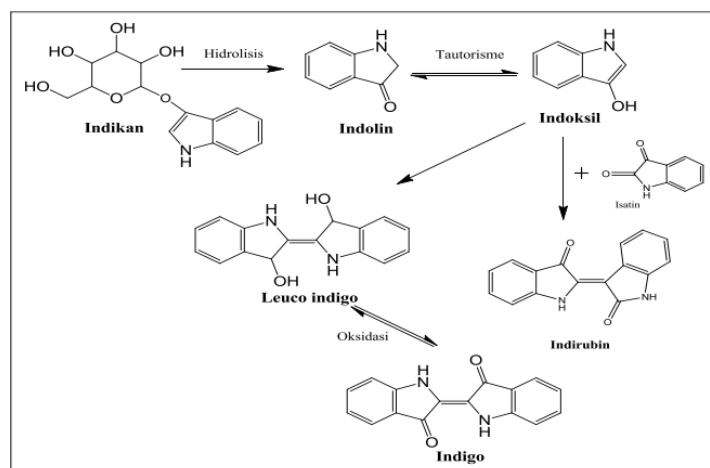
perdagangan yang cukup menjanjikan (Muzzazinah et al., 2018). Penelitian terkait pengambilan zat pewarna alami indigo telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya yakni ekstraksi indigo dari daun *Strobilanthes cusia* dan kajian pembentukan kompleks dengan ion Ni^{2+} (Kurniawan, 2020), kromatografi kolom-spektrofotometri penentuan indigo dan indirubin di Qingdai, obat tradisional Cina (Ben, 1981), penentuan indirubin di Qingdai (*Baphicacanthus Cusia Bremk.*) dan obat-obatan Cina yang mengandungnya (Tang, 1987), biosintesis indoksil dalam *Isatis tinctoria* dan *poligonum tinctorium* (Maier et al., 1990), dan kondisi budaya dan karakteristik pertumbuhan dari nila (*Poligonum tinctorium*) sel dalam bioreaktor pengangkat udara (Shin & Lee, 1993).

Tanaman *Strobilanthes cusia* tumbuh sangat baik di lingkungan tanah berkarakter basah. Selain dimanfaatkan sebagai bahan pewarna alami, tanaman *Strobilanthes cusia* juga dimanfaatkan sebagai tanaman herbal. Beberapa kegunaan lainnya antara lain digunakan untuk mengobati peradangan, penyakit kulit, melepuh dan pendarahan (Yu et al., 2021). Adapun tanaman *Strobilanthes cusia* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman *Strobilanthes cusia*

Indigo merupakan salah satu pewarna alam yang digunakan oleh perajin batik dan kerajinan tekstil. Indigo disebut juga dengan nila/tom/tarum. Pada proses pewarnaan batik tradisional, indigo digunakan untuk memberi warna biru (Kurniawan, 2020). Adapun mekanisme reaksi pembentukan indigo dari tanaman *Strobilanthes cusia* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme reaksi pembentukan indigo dari tanaman *Strobilanthes cusia*

Proses maserasi merupakan metode ekstraksi dengan proses perendaman bahan dengan pelarut yang sesuai dengan senyawa aktif yang akan diambil tanpa pemanasan atau pemanasan pada suhu rendah (Chairunnisa et al., 2019). Kelebihan dari metode maserasi adalah biayanya yang lebih murah, mudah untuk dilakukan dan tanpa pemanasan sehingga tidak merusak senyawa flavonoid (Cuppett et al., 1954).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses maserasi antara lain waktu, suhu, jenis pelarut, ukuran cacahan bahan, perbandingan bahan dan pelarut. Semakin lama kontak antara pelarut dengan bahan, maka akan memperbanyak jumlah sel yang pecah dan bahan aktif yang terlarut (Wahyuni & Widjanarko, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran cacahan daun muda terhadap jumlah zat indigo yang dihasilkan pada proses maserasi daun muda *Strobilanthes cusia* dan mengetahui pengaruh waktu maserasi daun muda terhadap jumlah zat indigo yang dihasilkan pada proses maserasi daun muda *Strobilanthes cusia*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini berjenis penelitian eksperimen dengan bahan utama daun muda *Strobilanthes cusia* yang kemudian dilakukan ekstraksi dengan variasi ukuran cacahan daun dan waktu maserasi. Analisis hasil penelitian ini meliputi analisis uji warna menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis, uji penampakan fisik, dan uji konsentrasi zat warna menggunakan referensi hukum Lambert-Beer.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain: neraca analitik, labu takar, gelas plastik, kuvet, pisau, pro pipet, saringan, corong kaca, pengaduk merkuri, pipet tetes, corong plastik, dan spektrofotometer UV-Vis. Bahan yang digunakan meliputi: air, aquadest, daun muda *Strobilanthes cusia* dari Produsen Pewarna Alam Shibiru di Temanggung..

2.3. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta pada bulan Oktober 2021 (proses maserasi menggunakan daun muda *Strobilanthes cusia* direndam dalam air dengan variabel ukuran dan variabel waktu yang telah ditentukan).

2.4. Prosedur Kerja

a. Tahapan Persiapan

Preparasi alat dan bahan, memilih pucuk daun muda *Strobilanthes cusia* yang berusia sekitar 1 bulan untuk dipanen dan memisahkan dari ranting. Daun muda *Strobilanthes cusia* dipotong-potong dengan ukuran (0,5 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 cm; dan tidak dicacah). Kemudian ditimbang sebanyak 15 gram lalu dimasukkan ke dalam gelas plastik dengan jumlah sesuai variabel penelitian yang akan diteliti. Kemudian menyiapkan air dengan volume 90 mL.

b. Tahapan Pelaksanaan

Daun muda *Strobilanthes cusia* dengan variabel ukuran tertentu yang telah disiapkan di dalam gelas plastik diberi pelarut air dengan volume 90 mL kemudian dilakukan proses maserasi pada suhu ruangan 25 °C selama variasi waktu (2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 24 ; 48 ; dan 72) jam.

Setelah proses maserasi selesai, sampel larutan dipisahkan antara ampas daun muda *Strobilanthes cusia* dan larutan hasil proses maserasi dengan cara penyaringan. Sampel larutan disimpan di dalam botol

dan siap untuk dianalisis.

2.5. Metode Analisis

a. Analisis Kenampakan Fisik

Pada analisis ini sampel diamati secara visual dengan cara membandingkan warna dari tiap variabel hasil proses maserasi.

b. Analisis Warna

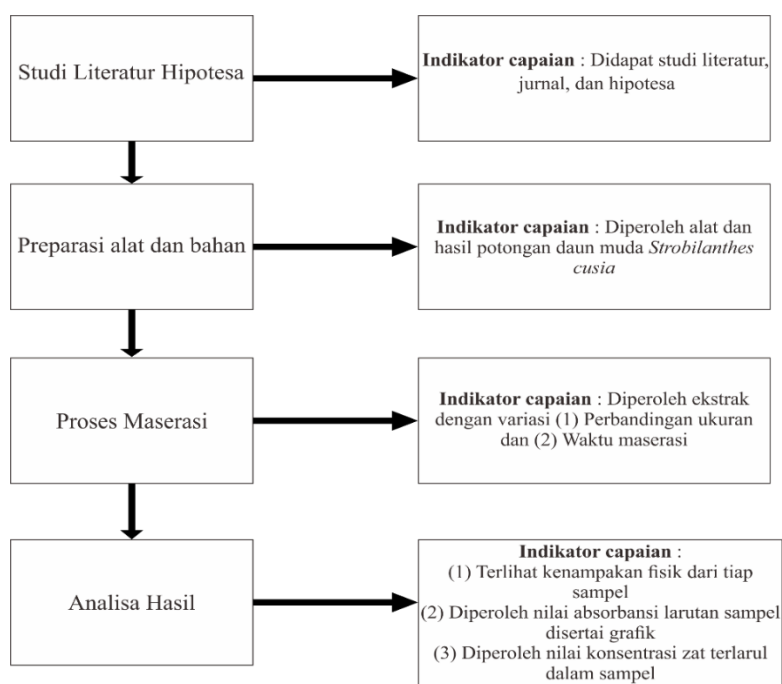
Pada analisis ini sampel yang ada di gelas plastik dipipet dan dimasukkan kedalam kuvet sesuai batas garis. Untuk variabel waktu mulai 24 jam, 48 jam, dan 72 jam, hasil proses maserasi diencerkan terlebih dahulu dengan faktor pengenceran 25, yaitu hasil sampel dipipet sebanyak 1 mL lalu dimasukkan kedalam labu takar 25 mL lalu diencerkan dengan akuades hingga tanda batas, setelah itu baru dipipet dan dimasukkan kedalam kuvet hingga tanda batas garis yang terdapat di kuvet. Selanjutnya sampel dalam kuvet tersebut di analisis atau di uji menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 409 nm (indigo) dan 678 nm (indirubin). Dasar pemilihan panjang gelombang tersebut juga mengacu pada grafik spektrum lampu wolfram oleh (Afandi et al., n.d., 2018) yang memperoleh nilai *peak* tertinggi untuk warna biru (indigo) pada panjang gelombang (400-470) nm dan untuk warna merah (indirubin) adalah pada panjang gelombang 570 nm hingga seterusnya.

c. Analisis Konsentrasi Zat Warna

Analisis larutan hasil maserasi yang telah dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dibandingkan dengan persamaan dari hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa jumlah radiasi cahaya tampak, ultra-violet dan cahaya-cahaya lain yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan. Adapun rumus hukum Lambert-Beer sebagai berikut: $A = a \cdot b \cdot c$ Adapun keterangan A = Absorbansi, a = konstanta absorptivitas (L/mol.cm), b = tebal kuvet (cm), c = konsentrasi (mol/L) (Day Jr, R. A., & Underwood, A. L., 1986).

d. Diagram Alir Indikator Capaian Proses Penelitian

Indikator capaian pada setiap tahapan proses penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir indikator capaian tahapan proses penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kenampakan Fisik

a. Kepekatan warna

Dari beberapa sampel memiliki kepekatan warna masing-masing. Kepekatan warna tersebut dipengaruhi oleh dua faktor yaitu seberapa kecil ukuran cacahan dan seberapa lama waktu proses maserasi yang dilakukan. Adapun hasil sampel didapatkan bahwa semakin kecil ukuran cacahan bahan maka hasil dari ekstrak daun muda *Strobilanthes cusia* semakin banyak dan semakin lama waktu proses maserasi maka akan menambah tingkat kepekatan warna dari larutan sampel.

b. Sedimentasi

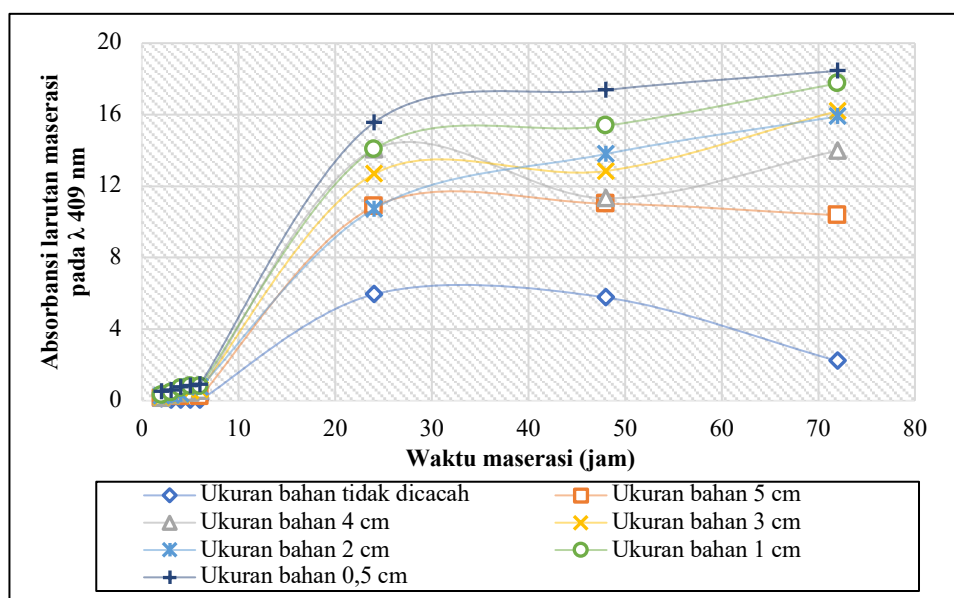
Larutan sampel hasil proses maserasi terdapat sedikit sedimentasi atau endapan yang disebabkan oleh faktor penyimpanan pada suhu ruang yang relatif sejuk. Hal ini berhubungan dengan faktor kelarutan dimana kelarutan suatu zat sangat bergantung pada suhu. Dengan molekul air yang dipanaskan, maka pelarut air tersebut akan mengalami pergerakan partikel yang lebih cepat sehingga proses larutnya zat terlarut juga akan lebih cepat. Sebaliknya, pada suhu rendah suatu zat padat terlarut dapat mengalami pengendapan. Hal tersebut sesuai teori mengenai faktor yang mempengaruhi kelarutan yaitu suhu, tekanan, dan polaritas (Pangestu, 2022).

3.2. Pengaruh Ukuran Bahan dan Waktu Terhadap Absorbansi Pada λ 409 nm

Hasil percobaan maserasi terhadap daun muda *Strobilanthes cusia* dengan berbagai ukuran dengan λ 409 nm dapat dilihat dari Tabel 1 dan Gambar 4.

Tabel 1. Absorbansi Larutan Hasil Maserasi pada λ 409 nm

Waktu (Jam)	Ukuran bahan						
	tidak dicacah	5 cm	4 cm	3 cm	2 cm	1 cm	0,5 cm
2	0,112	0,134	0,145	0,202	0,251	0,292	0,51
3	0,033	0,284	0,314	0,268	0,286	0,448	0,584
4	0,034	0,222	0,392	0,348	0,359	0,679	0,764
5	0,04	0,421	0,456	0,549	0,78	0,798	0,855
6	0,035	0,244	0,552	0,617	0,749	0,812	0,915
24	5,95	10,85	14,05	12,675	10,725	14,05	15,55
48	5,775	11,025	11,325	12,85	13,8	15,375	17,375
72	2,225	10,375	13,975	16,2	15,9	17,75	18,45



Gambar 4. Pengaruh waktu dan ukuran bahan terhadap absorbansi larutan hasil maserasi pada λ 409 nm

Dilihat pada data tabel absorbansi pada λ 409 nm perbedaan nilai absorbansi yang sangat signifikan untuk waktu maserasi 72 jam, untuk variabel tidak dicacah didapatkan nilai absorbansi sebesar 2,225 dan pada variabel cacahan/potongan 0,5 cm didapatkan nilai absorbansi sebesar 18,45.

Berdasarkan penelitian (Yuniwati et al., 2022) semakin kecil ukuran bahan, maka semakin banyak warna terekstrak yang ditunjukkan dengan nilai absorbansi larutan hasil maserasi semakin besar. Selain itu, semakin lama waktu proses maserasi, maka semakin banyak pewarna terekstrak dengan hasil optimum pada absorbansi 24,295 untuk panjang gelombang 409 nm.

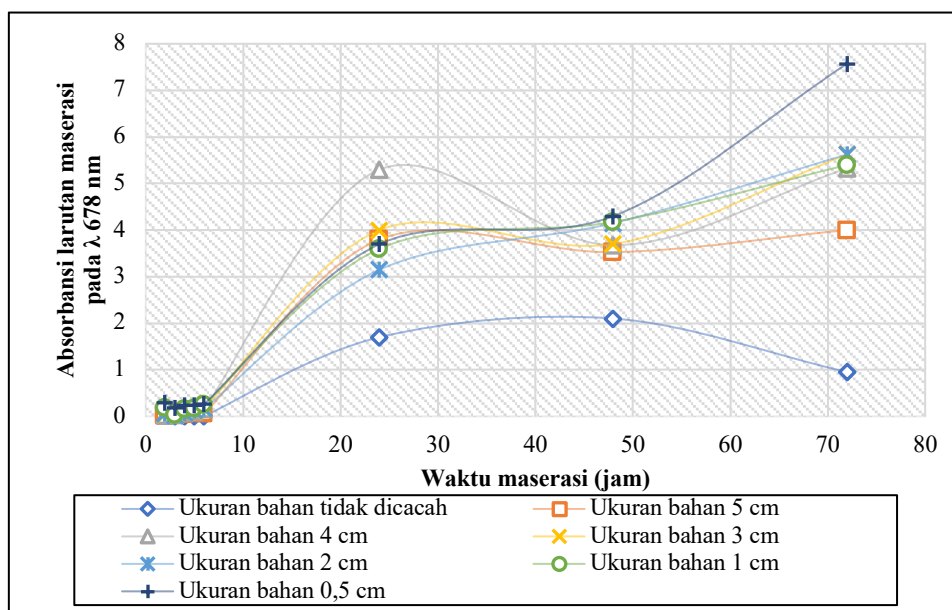
Hasil tersebut menunjukkan pewarna terekstrak dalam penelitian ini lebih sedikit dibandingkan penelitian (Yuniwati et al., 2022). Hal tersebut dikarenakan pada penelitian ini penulis menggunakan daun muda sebagai bahan penelitian, sedangkan pada penelitian (Yuniwati et al., 2022) menggunakan daun tua sebagai bahan penelitian.

3.3. Pengaruh ukuran bahan dan waktu terhadap absorbansi pada λ 678 nm

Hasil percobaan maserasi terhadap daun muda *Strobilanthes cusia* dengan berbagai ukuran dengan λ 678 nm dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

Tabel 2. Absorbansi Larutan Hasil Maserasi pada λ 678 nm

Waktu (Jam)	Ukuran bahan						
	tidak dicacah	5 cm	4 cm	3 cm	2 cm	1 cm	0,5 cm
2	0,018	0,025	0,026	0,042	0,066	0,18	0,29
3	0,011	0,042	0,028	0,034	0,02	0,033	0,188
4	0,009	0,055	0,093	0,075	0,075	0,158	0,241
5	0,01	0,081	0,097	0,123	0,131	0,166	0,238
6	0,009	0,064	0,16	0,166	0,168	0,257	0,268
24	1,7	3,8	5,3	4	3,15	3,6	3,7
48	2,1	3,525	3,675	3,7	4,15	4,175	4,3
72	0,95	4	5,325	5,625	5,625	5,4	7,575



Gambar 5. Pengaruh waktu dan ukuran bahan terhadap absorbansi larutan hasil maserasi pada λ 678 nm

Pada data tabel absorbansi larutan hasil maserasi pada panjang gelombang 678 nm terdapat nilai yang cukup signifikan untuk waktu 72 jam, untuk variabel tidak dicacah didapatkan nilai absorbansi sebesar 0,95 dan pada variabel cacahan/potongan 0,5 cm didapatkan nilai absorbansi sebesar 7,575. Namun dibandingkan hasil absorbansi pada λ 409 nm, nilai absorbansi pada λ 678 nm lebih kecil.

Berdasarkan penelitian (Yuniwati et al., 2022), semakin kecil ukuran bahan, maka semakin banyak warna terekstrak yang ditunjukkan dengan nilai absorbansi larutan hasil maserasi semakin besar. Selain itu, semakin lama waktu proses maserasi, maka semakin banyak pewarna terekstrak dengan hasil optimum pada absorbansi 12,15 untuk panjang gelombang 678 nm.

Hasil tersebut menunjukkan pewarna terseksrak dalam penelitian ini lebih sedikit dibandingkan penelitian (Yuniwati et al., 2022). Hal tersebut dikarenakan pada penelitian ini penulis menggunakan daun muda sebagai bahan penelitian, sedangkan pada penelitian (Yuniwati et al., 2022) menggunakan daun tua sebagai bahan penelitian.

3.4. Pengaruh Keseluruhan Ukuran Bahan dan Waktu Terhadap Absorbansi

Dari Tabel 1 dan Tabel 2, hasil pengukuran absorbansi didapatkan waktu paling optimal untuk proses maserasi yaitu selama 72 jam atau 3 hari. Dikarenakan dari grafik dengan λ 409 nm (indigo) maupun 678 nm (indirubin) terlihat cenderung naik nilai absorbansinya. Dari tabel hasil pengukuran absorbansi didapatkan ukuran cacahan/potongan bahan yang optimal yaitu pada ukuran 0,5 cm, sebagai perbandingan digunakan variabel waktu 72 jam, untuk panjang gelombang 409 nm dengan variabel cacahan tidak dicacah didapatkan nilai absorbansi sebesar 2,225 dan untuk variabel cacahan 0,5 cm didapatkan nilai absorbansi sebesar 18,45. Sedangkan untuk panjang gelombang 678 nm dengan variabel cacahan tidak dicacah didapatkan nilai absorbansi 0,95 dan untuk variabel cacahan 0,5 cm didapatkan nilai absorbansi sebesar 7,575. Dengan hasil ini menunjukkan bahwa proses maserasi lebih optimal apabila daun dicacah dengan ukuran yang semakin kecil dengan waktu proses maserasi yang semakin lama. Hal ini diperkuat dengan pendapat (Yuniwati et al., 2022) bahwa ditinjau dari segi proses, maka maserasi akan lebih optimal bila bahan baku dipotong dengan ukuran yang semakin kecil dan waktu proses semakin besar. Jika dibandingkan antara hasil persamaan dari nilai absorbansi terkecil hingga terbesar menggunakan hukum Lambert-Beer maka didapat pernyataan bahwa semakin besar nilai absorbansi, maka semakin tinggi pula konsentrasinya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin kecil ukuran cacahan daun yang digunakan maka hasil ekstrak daun muda *Strobilanthes cusia* semakin banyak dan semakin lama waktu proses maserasi maka akan menambah tingkat kepekatan warna dari larutan sampel.
2. Larutan sampel hasil proses maserasi terdapat sedikit sedimentasi atau endapan yang disebabkan oleh faktor penyimpanan pada suhu ruang yang relatif sejuk.
3. Hasil percobaan dengan λ 409 nm didapatkan waktu maserasi paling optimum selama 72 jam dan ukuran cacahan 0,5 cm didapatkan nilai absorbansi optimasi sebesar 18,45.
4. Hasil percobaan dengan λ 678 nm didapatkan waktu maserasi paling optimum selama 72 jam dan ukuran cacahan 0,5 cm didapatkan nilai absorbansi optimasi sebesar 7,575.
5. Hasil pengamatan nilai absorbansi larutan menunjukkan bahwa konsentrasi warna biru (indigo) lebih tinggi dari pada warna merah (indirubin).
6. Perbandingan hasil absorbansi menggunakan hukum Lambert-Beer didapatkan pernyataan, semakin tinggi nilai absorbansi suatu zat, maka semakin tinggi pula konsentrasinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan laporan ini penulis menyampaikan banyak terimakasih atas bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, baik secara moril maupun materil. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan untuk dapat mengikuti program Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) IX, Ibu Dewi Wahyuningtyas, S.T., M.Eng., yang telah membimbing penulis dalam melakukan penelitian hingga sejauh ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, R., Purwanto, A., & Fisika UNY, P. (n.d.). (2018). *Spektrofotometer Cahaya Tampak...(Riski Afandi)161 Spektrofotometer Cahaya Tampak Sederhana Untuk Menentukan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Larutan Fe(SCN)₃ Dan CuSO₄ Simple Visible Light Spectroscopy to Determine The Maximum Absorbance Wavelength of.*
- Ben, B. L. (1981). Column Chromatography-spectrophotometric determination of indigo and indirubin in Qingdai, a traditional Chinese medicine. *Chin. Trad. Herb. Drugs*, 12, 11-15.
- Chairunnisa, S., Wartini, N. M., & Suhendra, L. (2019). Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai Sumber Saponin. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(4), 551. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i04.p07>
- Cuppett, S., Schrepf, M., & Hall III, C. (1954). Natural Antioxidant—Are They Reality. Dalam Foreidoon Shahidi: Natural Antioxidants, Chemistry, Health Effect and Applications.
- Day Jr, R. A., & Underwood, A. L. (1986). Analisis Kimia Kuantitatif: Alih Bahasa Hadyana P. Jakarta: Erlangga.
- Kurniawan, C. (2020). Ekstraksi Indigo Dari Daun *Strobilanthes cusia* Dan Kajian Pembentukan Kompleks Dengan Ion Ni²⁺. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 42(2), 93. <https://doi.org/10.24817/jkk.v42i2.5977>
- Lestari, K., & S. (1998). Pengkajian Zat Warna Alam Untuk Batik Sebagai Alternatif Pewarna. *Dinamika Kerajinan Dan Batik*, 17, 33–42.
- Maier, W., Schumann, B., & Gröger, D. (1990). Biosynthesis of indoxyl derivatives in *Isatis tinctoria* and *Polygonum tinctorium*. *Phytochemistry*, 29(3), 817–819. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(90\)80025-C](https://doi.org/10.1016/0031-9422(90)80025-C)
- Muzzazinah, Kristiandi, & Nurmiyati. (2018). Peningkatan kualitas pewarna Indigo melalui inovasi teknologi tepat guna pada ukm tom batik. *Prosiding PKM-CSR*, 1, 682–695.
- Pangestu, A. (2022). *Pengertian Reaksi Pengendapan, Kelarutan, Aplikasi dan Contohnya.* www.pakarkimia.com. <https://www.pakarkimia.com/reaksi-pengendapan/>
- Shin, J. H., & Lee, H. J. (1993). Cultural conditions and growth characteristics of indigo (*Polygonum tinctorium*) cells in an air-lift bioreactor. *KSBB Journal*, 8(3), 193–199. <https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE02248669>
- Tang, Y. (1987). Determination of indirubin in Qingdai (*Baphicacanthus cusia* Bremk.) and Chinese medicines containing it. *Chin. J. Pharm. Anal*, 7, 40-42.
- Wahyuni, D. T., & Widjanarko, S. B. (2015). Pengaruh Jenis Pelarut Dan Lama Ekstraksi Terhadap Ekstrak Karotenoid Labu Kuning Dengan Metode Gelombang Ultrasonik [In Press April 2014]. *Jurnal Pangan Dan*

Agroindustri, 3(2), 390–401. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/155>

Yu, H., Li, T. na, Ran, Q., Huang, Q. wan, & Wang, J. (2021). Strobilanthes cusia (Nees) Kuntze, a multifunctional traditional Chinese medicinal plant, and its herbal medicines: A comprehensive review. *Journal of Ethnopharmacology*, 265, 113325. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2020.113325>

Yuniwati, M., Pratiwi, W., Kusmartono, B., & Sunarsih, S. (2022). Pengaruh Waktu Proses dan Ukuran Bahan terhadap Efektivitas Proses Maserasi Daun Strobilantes Cusia. *Jurnal Teknologi*, 15(1), 61–67. <https://doi.org/10.34151/jurtek.v15i1.3570>