



Optimalisasi Ekstraksi Zat Warna Alami Dari Kulit Alpukat (*Percea Americana Mill*) Menggunakan Metode Taguchi

Optimization of Natural Dye Extraction from Avocado Skin (Percea Americana Mill) Using the Taguchi Method

Cindi Amborowati^{1*}, Arif Hidayat¹, Dyah Retno Sawitri¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia 55584

*Corresponding author: 22926012@students.uii.ac.id

Received: 27th December 2024; Revised: 28th January 2025; Accepted: 29th January 2025

ABSTRAK

Pewarna alami diciptakan untuk menggantikan penggunaan pewarna buatan. Salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai pewarna alami adalah kulit alpukat (*Percea Americana Mill*). Kulit alpukat dapat diekstraksi dengan menggunakan *Ultrasonic Assisted Extraction (UAE)* untuk mendapatkan kandungan tanin sebagai pigmen warna. Tujuan penelitian ini adalah optimalisasi kondisi proses dan mengevaluasi pengaruh interaksi faktor - faktor yang berpengaruh pada proses ekstraksi pewarna alami dari kulit alpukat dengan menggunakan metode Taguchi. Metode penelitian diawali dengan membersihkan, mengeringkan, dan mengecilkan ukuran kulit alpukat sesuai yang diinginkan. Kemudian kulit alpukat di ekstraksi dengan metode UAE dengan daya ultrasonik, waktu ekstraksi, serta rasio bahan dan pelarut yang divariasikan. Lalu diuapkan menggunakan rotary evaporator untuk menguapkan sisa pelarut. Ekstrak yang dihasilkan lalu dianalisa total tanin untuk dilakukan optimasi pada proses ekstraksi menggunakan metode Taguchi. Dari hasil percobaan diperoleh yield optimum pada daya ultrasonik sebesar 75%, rasio bahan dan pelarut sebesar 1:04, dan waktu ekstraksi selama 60 menit. Konsentrasi tanin optimum diperoleh pada rasio bahan dan pelarut sebesar 1:12, waktu ekstraksi selama 35 menit, dan daya ultrasonik sebesar 25%.

Kata Kunci: Kulit alpukat, metode Taguchi, optimalisasi ekstraksi, pewarna alami

ABSTRACT

Natural dyes were created to replace the use of artificial dyes. One plant that can be used as a natural dye is avocado skin (Percea Americana Mill). Avocado skin can be extracted using Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) to obtain tannins as color pigments. This research aims to optimize process conditions and evaluate the influence of the interaction of factors that influence the extraction process of natural dyes from avocado skin using the Taguchi method. The research method begins with cleaning, drying, and reducing the size of the avocado skin as desired. Then the avocado skin is extracted using the UAE method with varying ultrasonic power, extraction time, and the ratio of ingredients and solvents. Then it is evaporated using a rotary evaporator to evaporate the remaining solvent. Using the Taguchi method, the resulting extract was then analyzed for total tannins to optimize the extraction process. The experimental results obtained the optimum yield at an ultrasonic power of 75%, a material and solvent ratio of 1:04, and an extraction time of 60 minutes. The optimum tannin concentration was obtained at a material and solvent ratio of 1:12, extraction time of 35 minutes, and ultrasonic power of 25%.

Keywords: Avocado peel, Taguchi method, extraction optimization, natural dye

Copyright © 2025 by Authors, Published by JITK. This is an open-access article under the CC BY-SA License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>).

How to cite: Cindi Amborowati, Dyah Retno Sawitri, & Arif Hidayat. Optimization of Natural Dye Extraction from Avocado Skin (*Percea Americana Mill*) Using the Taguchi Method. Jurnal Ilmiah Teknik Kimia, 9(1).

Permalink/DOI: 10.32493/jitk.v9i1.46230



PENDAHULUAN

Perlindungan lingkungan dari bahan berbahaya, beresiko, dan beracun telah menjadi topik penting di dunia. Hal ini mendorong penelitian tentang inovasi teknologi yang ramah lingkungan. Pada bidang tekstil inovasi dilakukan pada zat warna yang digunakan. Zat warna terdiri dari pewarna sintetik atau pewarna alami. Penggunaan pewarna sintetik lebih banyak dibandingkan dengan zat pewarna alami. Namun, penggunaan pewarna sintetik menimbulkan kerusakan lingkungan. Salah satunya bagi perairan di dekat industri tekstil. Pencemaran air ditandai dengan adanya perubahan pH, oksigen terlarut, BOD, dan COD. Pewarna alami adalah pewarna yang diekstrak dari bahan alami atau pigmen alami yang diperoleh melalui proses ekstraksi tanaman. Pigmen warna yang dihasilkan tergantung dari kandungan tumbuhan tersebut. Salah satu jenis tanaman yang bisa digunakan sebagai pewarna alami adalah alpukat (*Persea Americana Mill*).

Badan Pusat Statistik mengungkapkan produksi alpukat Indonesia mencapai 865.780 ton pada tahun 2022. Angka tersebut mengalami peningkatan sebesar 27,7% dari angka pada tahun sebelumnya yang sebesar 669.260 ton (BPS, 2023). Alpukat terdiri dari 65% daging buah, 20% biji, dan 15% kulit buah (Risyad, A. et al, 2016). Sehingga pada tahun 2022, dihasilkan kulit alpukat sebanyak 129.867 ton. Kulit alpukat yang dihasilkan belum dimanfaatkan secara maksimal dan hanya menjadi limbah. Limbah kulit alpukat ini dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami untuk kain. Kulit buah alpukat mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, tanin, dan antosianin (Fauziah, N.A., 2016). Kandungan tanin merupakan pigmen warna yang ada pada tumbuhan dan dapat digunakan sebagai zat warna alami. Tanin memberikan warna coklat dan membuat pewarna alami menjadi lebih baik dalam ketahanan lunturnya (Hong, K.H, 2018). Tanin juga berguna sebagai mordan alami yang berfungsi meningkatkan proses transfer masa zat warna ke dalam kain, sehingga penyerapan zat warna ke dalam kain meningkat (Saewan, N, 2013).

Penggunaan tanin sebagai mordan juga dapat meningkatkan intensitas warna pada kain. Semakin banyak kandungan tanin, maka intensitas warna yang dihasilkan akan meningkat. Hal ini dikarenakan semakin banyak juga tanin yang diserap dan terikat pada serat kain. Selain berfungsi sebagai mordan, pada proses pewarnaan kain tanin akan memberikan warna coklat, sehingga warna pada kain menjadi lebih kuat secara keseluruhan. Penggunaan mordan tanin tanpa ada tambahan lain pada kain katun juga memiliki kelemahan karena meninggalkan ion hidroksida sehingga teroksidasi dan menyebabkan warna mengalami kelunturan. Penggunaan mordan tanin harus ditambah dengan garam logam seperti tawas. Garam logam tawas berfungsi sebagai penghubung antara pewarna dengan serat, sehingga menciptakan ikatan yang kuat antara keduanya. Tawas dapat membentuk kompleks secara bersamaan dengan kain yang menyebabkan serapan zat warna yang tinggi (Wangatia, L.M. et al, 2015). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan mordan tanin yang digabungkan dengan mordan garam logam akan membentuk tanat logam yang dapat memperkuat kecerahan warna serta daya tahan luntur warnanya (Prabhu, K.H, 2014).

Proses ekstraksi akan dilakukan untuk memperoleh senyawa pada kulit buah alpukat tersebut. Metode ekstraksi yang digunakan adalah ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik atau *Ultrasonic Assisted Extraction (UAE)*. Keuntungan metode UAE adalah yaitu biayanya rendah, hasil ekstraksi yang diperoleh lebih banyak, dan memiliki waktu ekstraksi yang lebih sedikit (Budianto, V., 2019). Ekstraksi ultrasonik memanfaatkan kavitasi akustik untuk menggerakkan molekul pelarut dan padatan, sehingga dinding sel pecah dan diperoleh zat metabolit sekunder. Dalam melakukan ekstraksi ultrasonik perlu memperhatikan beberapa hal seperti frekuensi ultrasonik, suhu ekstraksi, jenis pelarut, rasio antara bahan dan pelarut, serta waktu ekstraksi untuk memperoleh hasil ekstraksi yang optimum. Optimasi dalam ekstraksi pewarna alami mempunyai peran yang sangat penting



dalam menghasilkan pewarna alami yang baik. Hal ini dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi dan mengurangi biaya operasional. Optimasi membantu memilih parameter yang paling berpengaruh pada proses ekstraksi.

Design of Experiments (DoE) merupakan alat yang sangat membantu mempercepat proses penelitian eksperimental, karena mampu mengeksplorasi berbagai elemen yang berpengaruh terhadap hasil penelitian serta menganalisa dampak masing-masing faktor untuk mengetahui pengaruhnya terhadap hasil penelitian. Pada Penelitian ini menggunakan Metode Taguchi. Dengan menggunakan metode Taguchi, peneliti mampu meningkatkan efisiensi dan keakuratan dalam menentukan kondisi optimal dalam proses ekstraksi (Pandu, M.W., 2023). Hal ini dikarenakan metode Taguchi membutuhkan percobaan yang lebih sedikit dibandingkan dengan metode RSM.

Uji ketahanan warna dilakukan pada kain yang sudah diberi pewarna alami. Pewarna alami yang mengandung senyawa tanin mampu meningkatkan ketahanan luntur warna pada kain dan ramah lingkungan. Beberapa penelitian terdahulu sudah pernah dilakukan, salah satunya pembuatan warna alami dari ekstrak tanin dari daun sirsak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanin yang diekstrak dari daun sirsak dapat digunakan sebagai pewarna alami yang ramah lingkungan dengan ketahanan warna yang baik (Chintya, N, 2017). Penelitian yang berbeda juga pernah mengekstrak tanin dari daun jambu biji, kulit pohon jambal, dan daun kopi sebagai bahan baku pembuatan mordan alami dalam proses mewarnai kain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel memiliki ketahanan warna yang baik yaitu 4-5 pada saat dilakukan pencucian (Lestari, D.W., et.al, 2020). Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan optimalisasi proses ekstraksi tanin dari kulit alpukat dan mengevaluasi faktor-faktor yang berpengaruh menggunakan metode Taguchi.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set alat *vibrating screen* ukuran 60

mesh, *ultrasonic processor MSK-USP-3N-LD*, vakum filter, rotary evaporator, dan peralatan penunjang laboratorium lainnya.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit alpukat yang berasal dari penjual minuman di Kecamatan Tanah Grogot, etanol p.a (MERCK), dan akuades.

Prosedur Penelitian

Kulit alpukat yang sering dan bersih serta memiliki ukuran seragam diekstraksi menggunakan metode ultrasonik. Pada saat ekstraksi variabel yang divariasikan adalah rasio bahan baku kulit alpukat dan pelarut etanol yang digunakan. Selain itu divariasikan juga waktu ekstraksi dan daya ultrasonik. Kemudian disaring untuk memisahkan padatan dan filtratnya. Filtrat yang dihasilkan kemudian dipisahkan dari pelarutnya menggunakan *rotary evaporator*. Ekstrak kental yang diperoleh kemudian di analisa secara kualitatif dan kuantitatif untuk menentukan total tanin. Kemudian dilakukan optimasi dengan metode Taguchi.

Desain Percobaan

Desain eksperimen berbasis Taguchi memerlukan identifikasi parameter penting yang memengaruhi proses sebagai faktor dan level seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Tiga faktor dimasukkan dalam desain eksperimen yaitu rasio bahan dan pelarut, waktu ekstraksi, dan daya ultrasonik. Pemilihan faktor dan level ini berdasarkan studi literatur.

Tabel 1. Faktor dan level untuk optimasi ekstraksi zat pewarna alami

No.	Faktor Kendali	Level 1	Level 2	Level 3
1.	Rasio Bahan dan pelarut	1:4	1:8	1:12
2.	Waktu ekstraksi (menit)	10	35	60
3.	Daya ultrasonik (%)	25	50	75

Dari faktor dan level yang diidentifikasi, *array orthogonal* kemudian digunakan untuk memastikan jumlah eksperimen. Jumlah eksperimen seminimal mungkin untuk menghemat waktu dan sumber daya yang



berharga. Sehingga, jumlah percobaan dalam penelitian ini adalah 9 atau biasanya disebut L9 dengan kombinasi terperinci pada Tabel 2. Untuk memastikan hasil percobaan, setiap nomor diulang dua kali.

Tabel 2. Susunan ortogonal array L9 untuk optimasi ekstraksi zat pewarna alami

EKS.	Rasio bahan dan pelarut	waktu ekstraksi (menit)	Daya ultrasonik (%)
1	1:04	10	25
2	1:04	35	50
3	1:04	60	75
4	1:08	10	50
5	1:08	35	75
6	1:08	60	25
7	1:12	10	75
8	1:12	35	25
9	1:12	60	50

Rasio *signal to ratio* (SNR) dihitung setelah pengumpulan data. Ada tiga kategori SNR yaitu *nominal-is-the-best*, *smaller-the-better*, and *larger-the-better*. Hasil *yield*, dan konsentrasi total tanin dipilih sebagai respon, dan faktor kombinasi optimum dengan nilai hasil tertinggi yang akan diinginkan, sehingga SNR yang paling tepat digunakan adalah *larger-the-better*.

Analisa Kualitatif Tanin

Ekstrak etanol kulit alpukat sebanyak 50 mg dilarutkan dengan 5 mL etanol. Lalu ditambahkan 2-3 tetes FeCl₃. Hasil positif jika terbentuknya warna biru atau hijau kehitaman

Analisa Yield

Analisa *yield* dilakukan dengan cara menghitung neraca massa dari bahan yang digunakan. Bahan baku kulit alpukat dan pelarut sebagai massa masuk dikurang dengan jumlah pelarut yang hilang selama proses. Sehingga diketahui berapa jumlah ekstrak tanpa kandungan pelarut. *Yield* dihitung dengan rumus :

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{Massa ekstrak}}{\text{Massa bahan baku}} \times 100\%$$

Analisa Total Tanin

Analisa total tanin dilakukan dengan cara mengambil sampel sebanyak 0,1 mL lalu diekstraksi dengan 10 mL diethyl ether selama 20 jam. Kemudian disaring dan sisa diethyl ether diuapkan. Menambahkan aquadest ke dalam sampel hingga volume 10 mL. Mengambil 1 mL larutan sampel dan menambahkan 0,1 mL reagen folin ciocalteu dan divortex lalu ditunggu selama 5 menit. Menambahkan 2 mL natrium karbonat 20% dan divortex lalu ditunggu selama 5 menit. Tambahkan dengan *aquadest* hingga volume 10 mL dan diencerkan hingga 10 kali. Kemudian membaca absorbansi pada panjang gelombang 760 nm setelah diinkubasi selama 30 menit pada suhu kamar. Kemudian memplotkan absorbansi yang diperoleh pada kurva standar hingga didapatkan nilai total tanin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Zat warna untuk bahan tekstil ada dua jenis yaitu zat warna sintesis dan zat warna alami. Zat warna alami banyak dikembangkan agar lebih ramah lingkungan. Zat warna alami dapat diperoleh dari tumbuhan melalui proses ekstraksi. Pada penelitian ini digunakan bahan baku kulit alpukat dengan metode ekstraksi ultrasonik untuk mendapatkan zat pewarna alaminya. Kulit alpukat mengandung tanin yang bisa dijadikan sebagai pewarna alami. Tanin memberikan warna coklat dan membuat pewarna alami menjadi lebih baik dalam ketahanan lunturnya

Tanin diekstraksi dari kulit alpukat menggunakan metode *Ultrasonic Assisted Extraction (UAE)*. Metode ini dipilih karena sangat efektif dalam meningkatkan efisiensi ekstraksi. Metode UAE adalah metode ekstraksi menggunakan pelarut dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik sebagai bantuan. Pada metode ini pelarut dikontakkan dengan gelombang ultrasonik untuk menghasilkan gelembung mikro. Gelembung-gelembung itu kemudian tumbuh dan bergerak dengan sangat cepat dan saling bertumbukkan satu sama lain apabila tekanannya cukup tinggi.



Benturan tersebut terjadi pada bagian permukaan dari bahan yang akan diekstrak yang akan menghasilkan pancaran mikro dan kejutan gelombang. Selain itu, dalam larutan yang menyelimuti partikel – partikel, pencampuran mikro yang tinggi akan meningkatkan panas dan transfer massa bahkan difusi dari kandungan di dalam pori dari padatan (Syafaatullah, A, 2020). Pada penelitian ini menggunakan daya 25%, 50%, dan 75% dari daya maksimum yaitu 300 W. Semakin tinggi daya maka suhu juga akan semakin meningkat selama proses ekstraksi. Jika suhu ekstraksi terlalu tinggi maka zat warna alami akan mudah terdegradasi. Volume pelarut yang digunakan juga sebanyak 600 ml pada rasio paling besar yaitu 1:12. Pemilihan jumlah pelarut ini dikarenakan untuk menghemat penggunaan pelarut dengan menyesuaikan kapasitas alat ultrasonik.

Uji kualitatif menunjukkan hasil positif mengandung senyawa tanin dan flavonoid. Hal ini ditandai terjadinya perubahan warna dari kuning muda ke biru gelap. Identifikasi kandungan senyawa tanin ini dilakukan menggunakan metode Folin-Ciocalteu (Listiana, L., et.al, 2022). Warna biru yang muncul menandakan bahwa ekstrak kulit alpukat mengandung jenis senyawa polifenol yang positif terhadap tanin, sesuai dengan literatur bahwa kemampuan sampel dalam mereduksi reagen Folin-Ciocalteu yang terdapat senyawa asam fosfomolibdat-fosfotungstat membentuk senyawa kompleks yaitu molibdenum tungstan yang berwarna biru. Semakin gelap warna yang dihasilkan maka kandungan fenol dalam ekstrak semakin tinggi (Wahid, R.A.H., 2020).

Analisa Taguchi digunakan untuk menentukan kondisi optimum pada saat dari SNR yang dihitung. Nilai hasil total tanin dan yield untuk setiap jumlah percobaan dan SNR yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai rata - rata SNR tertinggi pada setiap faktor untuk setiap respon dapat dilihat pada Tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 3. Hasil yield dan tanin pada setiap percobaan

Eksp.	Yield (%)			Total Tanin (%b/b)		
	1	2	Rerata	1	2	Rerata
1	2,16	2,40	2,28	17,50	16,15	16,83
2	2,80	3,20	3,00	17,49	18,62	18,06
3	3,20	3,20	3,20	17,68	18,60	18,14
4	4,40	3,20	3,80	17,92	18,32	18,12
5	3,20	3,20	3,20	18,63	18,97	18,80
6	2,00	1,60	1,80	15,83	16,77	16,30
7	3,20	4,00	3,60	12,57	13,67	13,12
8	3,28	4,00	3,64	19,49	19,57	19,53
9	3,44	3,20	3,32	15,44	15,13	15,28

Tabel 3 menunjukkan bahwa *yield* tertinggi pada percobaan ke 4 yaitu pada rasio 1:08, waktu 10 menit, dan daya 50% sebesar 3,80%. Hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 15,51% (Isromarina, R, 2022). Hal ini dikarenakan pada penelitian ini menggunakan neraca massa untuk mengetahui jumlah ekstrak yang diperoleh. Sehingga pelarut yang digunakan tidak masuk dalam perhitungan *yield*.

Tabel 4. SNR persen yield untuk setiap level dan parameter

Level	Rasio bahan dan pelarut	waktu ekstraksi	daya ultrasonik
1	8.903	9.786	7.720
2	8.772	10.227	10.387
3	10.822	8.484	10.390
Delta	2.049	1.743	2.670
Rank	2	3	1

Tabel 4 menunjukkan bahwa SNR tertinggi untuk memperoleh persen *yield* optimum adalah daya ultrasonik sebesar 75%, rasio bahan dan pelarut sebesar 1:12, dan waktu ekstraksi selama 35 menit. Peringkat kontribusi ditentukan dari variasi antara nilai SNR tertinggi dan terendah, sehingga faktor yang paling berpengaruh adalah daya ultrasonik, kemudian diikuti oleh rasio bahan dan pelarut, dan yang terakhir adalah waktu ekstraksi.



Tabel 5. SNR konsentrasi tanin untuk setiap level dan parameter

Level	rasio bahan dan pelarut	waktu ekstraksi	daya ultrasonik
1	24,93	24,00	24,85
2	24,96	25,47	24,65
3	23,94	24,36	24,33
Delta	1,01	1,47	0,52
Rank	2	1	3

Tabel 5 menunjukkan bahwa SNR tertinggi untuk memperoleh konsentrasi optimum dari tanin adalah rasio bahan dan pelarut sebesar 1:8, waktu ekstraksi selama 35 menit, dan daya ultrasonik sebesar 25%. Peringkat kontribusi ditentukan dari variasi antara nilai SNR tertinggi dan terendah, sehingga faktor yang paling berpengaruh adalah waktu ekstraksi, kemudian diikuti oleh rasio bahan dan pelarut, dan yang terakhir adalah daya ultrasonik. Uji konfirmasi kemudian dilakukan untuk mendapatkan hasil aktual dari faktor dan level kombinasi yang dioptimalkan. Hasil dari percobaan konfirmasi untuk yield 0,88% dan total tanin hanya 15,57% (b/b). Nilai ini jauh lebih rendah dari yang diharapkan dan juga lebih rendah dari hasil tertinggi yang diperoleh dari eksperimen nomor 4 untuk *yield* dan eksperimen nomor 8 untuk total tanin dari susunan ortogonal L9. Hal ini dikarenakan faktor lain selain yang digunakan pada saat ekstraksi. Salah satunya adalah suhu pada saat ekstraksi serta suhu pada saat evaporasi yang memungkinkan ekstrak menguap bersama pelarut atau mendegradasi senyawa tanin jika suhunya terlalu tinggi. Oleh karena itu, faktor kombinasi dan level dari eksperimen nomor 3 dan 8 dianggap sebagai kondisi optimum yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Kandungan tanin dalam kulit alpukat dapat dimanfaatkan menjadi zat pewarna alami pada kain dengan metode ultrasonik. Uji kualitatif menunjukkan positif adanya kandungan tanin dan flavonoid pada ekstrak kulit alpukat. Desain percobaan berbasis Taguchi diterapkan untuk mengoptimalkan kondisi ekstraksi. *Yield* optimum diperoleh pada daya ultrasonik sebesar 75%, rasio bahan dan pelarut sebesar 1:04, dan waktu ekstraksi selama 60 menit dengan nilai sebesar 0,88%.

Konsentrasi tanin optimum diperoleh pada rasio bahan dan pelarut sebesar 1:12, waktu ekstraksi selama 35 menit, dan daya ultrasonik sebesar 25% dengan nilai sebesar 15,57% (b/b).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Islam Indonesia dan kepada semua pihak yang telah membantu secara moril maupun materiil dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat statistik. (2023). *Produksi tanaman buah-buahan, 2021-2022*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Budianto, V. (2019) *Optimasi Suhu, Waktu, Dan Rasio Bahan Pada Ultrasound-Assisted Extraction Oleoresin Biji Pala (Myristica Fragrans) Dengan Menggunakan Pelarut N-Heksana*. Thesis, Unika Soegijapranata Semarang.
- Chintya, N dan Utami, B. (2017). Ekstraksi tanin dari daun sirsak (*Annona Muricata L.*) sebagai pewarna alami tekstil. *Journal Cis-Trans (JC-T) Volume 1, Nomor 1*.
- Fauziah, N. A., & Saleh, C., E. (2016). Ekstraksi dan uji stabilitas zat warna dari kulit buah alpukat (*Persea americana Mill*) dengan metode Spektroskopi UV-VIS. *Jurnal Atomik, 1(1)*, 12–37.
- Hong, K. H. (2018). Effects of Tannin Mordanting on Coloring and Functionalities of Wool Fabrics Dyed With Spent Coffee Grounds. *Fashion and Textiles, 5(1)*, doi: 10.1186/s40691-018-0151-3
- Isromarina, R., Rusli, D, & S. D. Ulan . (2022). Aktivitas Antioksidan, Kandungan Flavonoid Total dan Tanin Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Alpukat (*Persea americana Mill.*). *Scientific Journal of Pharmacy. 169-174*



- Lestari, D.W., Atika, V., Satria, Y., Fitriani, A., Susanto, T. (2020). Aplikasi mordan tanin pada pewarnaan kain batik katun menggunakan pewarna alam Tingi (*Ceriops tagal*). *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 14, No. 2, 2020, 128-136
- Listiana, L., Wahlanto, P., Ramadhani, S. S., & Ismail, R. (2022). Penetapan Kadar Tanin Dalam Daun Mangkoka (*Nothopanax scutellarium Merr*) Perasan Dan Rebusan Dengan Spektrofotometer UV-Vis. *Pharmacy Genius*. 1(1): 62-73.
- Pandu, M.W. (2023) *Optimasi Parameter Mesin Hammer-Disc Mill Untuk Produksi Tepung Glukomanan Menggunakan Metode Taguchi*. Skripsi, Universitas Lampung.
- Prabhu, K.H. & Teli, M.D. (2014). Eco-dyeing using *Tamarindus indica* L. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity. *J. Saudi Chem. Soc.*, 18 (6), 864–872.
- Risyad A, Resi L.P., dan Siswarni, M.Z. (2016). Ekstraksi Minyak Dari Biji Alpukat (*Persea Americana Mill*) Menggunakan Pelarut N-Heptana. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(1), 34-35
- Saewan, N. & Jimtaisong, A. (2013). Photoprotection of natural flavonoids. *Appl. Pharm. Sci.* 3, 129–141
- Syafaatullah, A. Q (2020) *Ekstraksi Zat Warna dari Telang (*Clitoria ternatea* L.) dan Tarum (*Indigofera tinctoria* L.) dengan Menggunakan Ultrasound-Assisted Extraction (UAE) dan Microwave-Assisted Extraction (MAE)*. Masters thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wahid, R. A. H. (2020). Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Tanin Ekstrak Kulit Buah Delima Putih (*Punica Granatum* L.) Menggunakan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product* Vol. 03, 02, 11-21
- Wangatia, L.M., Tadesse, K. & Moyo, S., (2015). Mango bark mordant for dyeing cotton with natural dye. *Fully eco-friendly natural dyeing*, *Int. J. Text. Sci.*, 4 (2), 36–41.