



PEMILIHAN JENIS PELARUT PADA EKSTRAKSI TANIN DARI DAUN *AVERRHOA BILIMBI* DENGAN METODE SOXHLETASI

Helda Niawanti*, Novy Pralisa Putri

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung, Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 7511, Indonesia

*Email: niawanti@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Salah satu komponen dalam proses produksi yang harus diperhatikan dalam proses aplikasi kimia hijau di industri adalah zat warna. Pewarna yang lebih banyak digunakan selama ini adalah jenis pewarna sintetis karena harganya yang lebih murah. Namun, pewarna sintetis ini memiliki kekurangan yaitu berbahaya bagi lingkungan dan dapat menimbulkan reaksi alergi pada tubuh manusia jika digunakan sebagai bahan baku kosmetik. Zat warna alami merupakan solusi dari permasalahan tersebut, salah satu pewarna alami adalah tanin yang dapat diekstraksi dari daun *Averrhoa bilimbi*. Ekstraksi dilakukan dengan metode ekstraksi soxhlet padat-cair. Pelarut merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada hasil ekstraksi. Penelitian ini mempelajari efek dari jenis pelarut yaitu etanol, etanol/air dengan komposisi 90/10 (v/v) dan etanol/air dengan komposisi 80/20 (v/v). Ekstraksi dengan ketiga pelarut dilakukan pada waktu 30, 60, 120, 240, dan 480 menit. Pelarut etanol/air dengan komposisi 90/10 (v/v) memberikan waktu ekstraksi lebih singkat yaitu 60 menit dengan kadar tanin sebesar $5,509\% \pm 0,125$. Sedangkan pelarut etanol mencapai kadar tanin $5,489\% \pm 0,073$ dengan waktu ekstraksi yang lebih panjang yaitu 480 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis pelarut berpengaruh pada ekstraksi tanin dikarenakan kelarutan senyawa tanin menjadi lebih cepat ketika ditambahkan air sebagai pelarut.

Kata Kunci: *Averrhoa bilimbi*, Ekstraksi, Pelarut, Soxhlet, Tanin,

Abstract

*The dye must be considered in the application process of green chemistry in the industry. The dyes that are mostly used are synthetic because of their lower price. However, the synthetic dye is dangerous for the environment and trigger allergic reactions when used as a cosmetic raw material. Natural dyes are the solution to these problems; one of the natural dyes is tannins which can be extracted from the *Averrhoa bilimbi* leaves. The extraction was carried out by the solid-liquid extraction method using soxhlet equipment. The solvent is one of the factors that influence the extraction yield. This study studied the effects of the solvent type, namely ethanol, ethanol/water 90/10 (v/v) and ethanol/water 80/20 (v/v). Extraction was carried out at 30, 60, 120, 240, and 480 minutes. The ethanol/water solvent 90/10 (v/v) gave a shorter extraction time, namely 60 minutes with a tannin content of $5.509\% \pm 0.125$. Meanwhile, the ethanol solvent achieved tannin content of $5.489\% \pm 0.073$ with a longer extraction time of 480 minutes. The results of this study indicate that the solvent type affects the extraction of the tannin due to the tannin solubility becomes faster when water is added as a solvent.*

Keywords: *Averrhoa bilimbi*, Tannin, Extraction, Soxhlet, solvent

1. PENDAHULUAN

Kimia hijau merupakan isu yang kini menjadi perhatian oleh pelaku industri yang melibatkan senyawa kimia dalam proses produksi. Kimia hijau berfokus pada desain produk dan proses dengan meminimalkan atau menghilangkan penggunaan dan pembentukan zat berbahaya. Kesadaran pelaku industri untuk menerapkan konsep kimia hijau semakin meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen akan hal tersebut. Sebagai contoh pada industri kosmetik penerapan kimia hijau telah mencapai perubahan yang sangat besar ditinjau dari perubahan dalam pembuatan dan desain produk kimia, dengan perkembangan proses yang lebih bersih dan ramah lingkungan (Villa, 2018).

Salah satu komponen dalam proses produksi yang harus diperhatikan dalam proses aplikasi kimia hijau adalah zat warna. Zat warna merupakan bahan yang sering digunakan pada berbagai jenis industri seperti tekstil, kosmetik, makanan, dan farmasi. Pewarna ditambahkan untuk meningkatkan persepsi dan daya terima konsumen terhadap produk (Mohd-Nasir et al., 2018). Jenis zat pewarna sintesis lebih banyak digunakan daripada zat warna alami dikarenakan lebih ekonomis dan memiliki pilihan warna yang lebih variatif, akan tetapi zat warna sintesis berdampak buruk bagi lingkungan karena sulit terurai (Putri et al., 2015). Pewarna sintesis juga dapat menimbulkan reaksi alergi dan intoleransi pada tubuh manusia (Khayyat et al., 2017). Selain itu, pewarna sintesis dan pigmen yang digunakan pada industri tekstil diolah dari bahan petrokimia tak terbarukan yang ketersediaannya terbatas. Substitusi pewarna sintesis dengan pewarna organik alami yang diolah dari sumber daya terbarukan seperti tumbuhan dapat menjadi solusi bagi ketersediaan bahan petrokimia yang terbatas dan untuk menjaga kualitas lingkungan (Ali et al., 2010). Pewarna alami juga memiliki kelebihan lainnya karena terbukti tidak bersifat karsinogenik, tidak beracun dan dapat terdegradasi secara biologi (Mirjalili dan Karimi, 2013). Dampak positif dari substitusi zat warna sintesis dengan zat warna alami mendorong para peneliti untuk mengembangkan zat warna dari berbagai sumber tanaman.

Zat warna alami dapat dibagi menjadi delapan kelas berdasarkan struktur kimia penyusunnya yaitu indigo, piridina, karotenoid, kuinonoid, flavanoid, *dihydropyran*, betalain, dan tanin. Indigo adalah sumber pewarna biru dan piridin memberikan warna kuning cerah. Karotenoid memberikan warna kuning, oranye, dan merah, sedangkan kuinonoid memberikan warna dengan *range* antara kuning hingga merah. Flavanoid memberikan warna kuning pucat (isoflavon), kuning pekat (flavon, auron), oranye (auron), serta merah dan biru (antosianin). *Dihydropyran* memberikan warna yang mendekati warna yang diberikan oleh flavon. Betalain

memberikan warna kuning dan violet. Sedangkan tanin memberikan warna cokelat karena struktur polifenol yang dimiliki (Sharma et al., 2018; Vargas dan Lopez, 2002; Yusuf et al., 2017)

Tanin merupakan zat warna alami yang terkandung di dalam tumbuhan, salah satunya adalah daun *Averrhoa bilimbi*. Daun dari *Averrhoa bilimbi* belum termanfaatkan secara optimal sehingga berpotensi sebagai sumber bahan baku pewarna alami. Isolasi tanin dari daun *Averrhoa bilimbi* dapat dilakukan dengan metode ekstraksi padat-cair. Metode ini adalah yang paling sederhana dan telah banyak digunakan untuk ekstraksi tanin. Metode ini dipengaruhi oleh kontak antara pelarut dan zat padat dengan cara pelarut menembus ke dalam dinding sel bahan baku yang mengandung tanin. Jika pelarut yang digunakan adalah jenis organik dan larutan encernya, ekstraksi umumnya dilakukan dengan alat soxhlet (de Hoyos-Martínez et al., 2019).

Ekstraksi tanin dari bahan alam dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan untuk memisahkan fraksi larut dari padatan permeabel. Pilihan pelarut yang tepat akan sangat mempengaruhi proses transfer massa zat terlarut yang diinginkan. Penelitian sebelumnya yaitu ekstraksi tanin dari tanaman putri malu menggunakan etanol sebagai pelarut (Putri et al., 2015) serta pemodelan transfer massa tanin dari daun *Averrhoa bilimbi* juga menggunakan etanol sebagai pelarut (Putri et al., 2019). Penelitian ini menggunakan variasi pelarut dengan penambahan akuades untuk melihat pengaruhnya pada hasil ekstraksi tanin dari daun *Averrhoa bilimbi*.

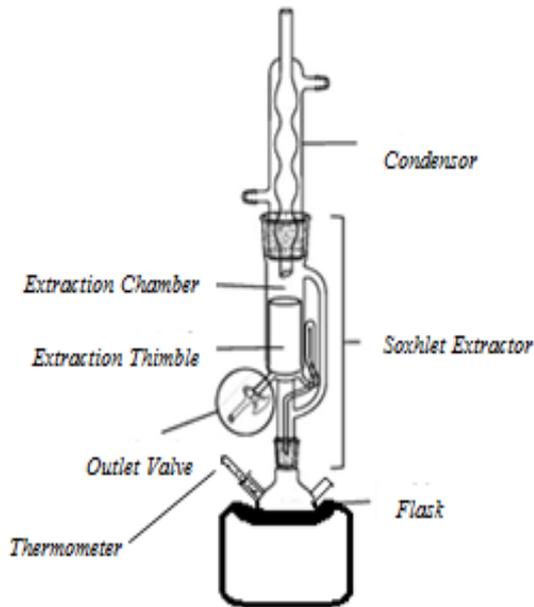
2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun segar dari belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang diambil dari daerah di Kota Samarinda, Indonesia. Sebelum digunakan, daun dicuci terlebih dahulu kemudian dipotong kecil untuk memperluas permukaan sampel. Bahan kimia yaitu Kalium Permanganat dari SAP Chemical, etanol 96% sebagai pelarut dari Smart Lab, dan asam sulfat dari Mallinckrodt. Sedangkan untuk indikator digunakan Indigo carmine dan asam oksalat dari Merck. Indigo carmine sebelum digunakan terlebih dahulu dilarutkan sebanyak 6 gram ke dalam 500 mL aquades pada suhu 70°C, kemudian didinginkan dan ditambahkan 50 mL asam sulfat. Larutan ini kemudian diencerkan menjadi 1 L dengan akuades dan disaring dalam kondisi vakum.

2.1 Ekstraksi Tanin dari Daun *Averrhoa bilimbi*

Daun *Averrhoa bilimbi* yang telah dipotong kecil dimasukkan ke dalam kertas saring sebanyak 25 gram, kemudian diletakkan dalam soxhlet seperti Gambar 1. Pelarut yang digunakan adalah etanol, campuran etanol-air sebesar 90/10 (v/v), dan campuran etanol-air sebesar 80/20 (v/v). Pelarut tersebut dimasukkan ke dalam *round bottom flask* dengan rasio padat/cair

sebesar 1/30 (w/v). Temperatur ekstraksi diatur pada suhu 80-90°C. Ekstraksi dengan metode soxhletasi dilakukan secara kontinyu dan pada waktu 30, 60, 120, 240, dan 480 menit diambil 20 mL ekstrak untuk analisis kadar tanin. Ekstrak sebanyak 20 mL tersebut diambil melalui outlet valve dari ekstraktor. Setiap pengambilan ekstrak untuk analisis dilakukan juga penambahan fresh solvent sebanyak 20 mL untuk menjaga pelarut tetap konstan. Ekstrak kemudian dipisahkan dari pelarut dengan alat destilasi sederhana pada suhu 70-80°C. Tahapan ini diulangi dengan variasi rasio padat/cair sebesar 1/20, 1/30, 1/40, 1/50, dan 1/60 (w/v) dengan waktu ekstraksi dan pelarut yang menghasilkan persentase tanin terbesar pada tahap ekstraksi sebelumnya.



Gambar 1. Rangkaian alat ekstraktor

2.2 Analisis Tanin

Konsentrasi tanin dianalisis dengan metode titrimetri menggunakan kalium permanganat sebagai titran dan indigo carmine sebagai indikatornya. Metode analisis merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh Atanassova dan Christova (2009), metode tersebut memodifikasi metode analisis tanin dari The International Pharmacopoeia dan AOAC. Sebanyak 750 mL akuades dan 25 mL indigo carmine ditambahkan ke dalam ekstrak yang telah melalui proses destilasi menghasilkan terbentuknya larutan berwarna biru. Kemudian 25 mL larutan diambil untuk proses titrimetri. Kalium Permanganat 0,1 N digunakan sebagai titran yang sudah distandarisasi terlebih dahulu dengan asam oksalat. Penambahan Kalium Permanganat 0,1 N merubah warna biru larutan menjadi warna hijau dan penambahan beberapa tetes dilanjutkan sampai larutan berubah menjadi kuning keemasan. Titrasi larutan blanko juga dilakukan dengan menggunakan campuran 750 mL aquades dan

25 mL indigo carmine. Tanin dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{Tanin} = \frac{(V - V_0) \times 0,004157 \times 500}{25 \times \text{massa sampel (g)}} \times 100 \quad (1)$$

dimana V adalah volume Kalium Permanganat 0,1 N sebagai titran dalam titrasi sampel (mL), V_0 adalah volume Kalium Permanganat 0,1 N sebagai titran pada titrasi blanko (mL), 0,004157 setara dengan tanin dalam 1 mL 0,1 N Kalium Permanganat, 500 adalah volume dari volumetric flask yang digunakan (mL) dan 100 adalah persen (%).

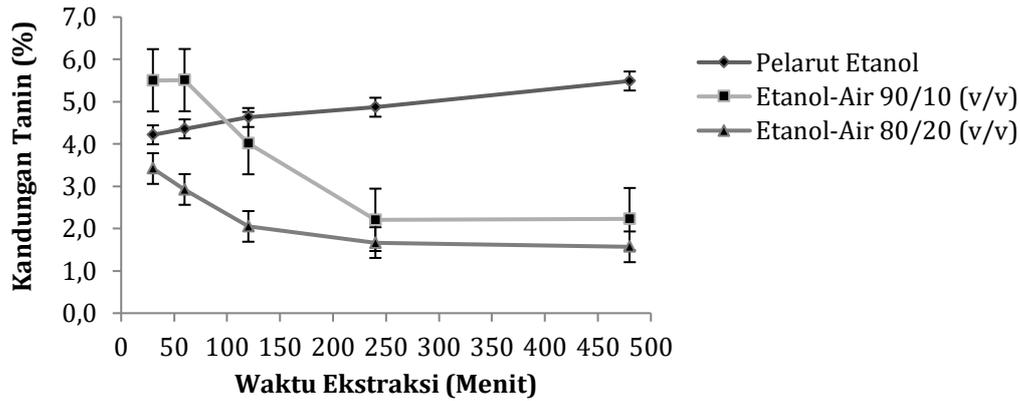
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan pelarut sangat penting dalam proses ekstraksi dan merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi transfer massa zat terlarut dari bahan alam ke dalam pelarut. Pelarut yang digunakan pada ekstraksi tanin dari daun *Averrhoa bilimbi* memiliki perbedaan indeks polaritas yaitu etanol dan air sebesar 5,2 dan 9, sedangkan polaritas campuran etanol/air dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Snyder et al., 2012):

$$P' = \Phi_a P_a + \Phi_b P_b \quad (2)$$

Hasil perhitungan didapatkan untuk etanol/air 90/10 (v/v) dan 80/20 (v/v) adalah masing-masing 5,58 dan 5,96. Semakin besar nilai indeks polaritas dari suatu pelarut menunjukkan bahwa karakteristiknya semakin polar. Penambahan air pada etanol sebagai pilihan pelarut menunjukkan menambah nilai indeks polaritas dari etanol. Berdasarkan hasil penelitian ketiga pelarut berhasil melarutkan senyawa bioaktif tanin dari daun segar *Averrhoa bilimbi*.

Hasil analisis kandungan tanin dengan metode permanganometri pada ketiga pelarut ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa persentase tanin terbesar pada pelarut etanol didapatkan pada waktu ekstraksi 480 menit yaitu sebesar 5,489% ± 0,073. Pelarut etanol menunjukkan pola bahwa semakin lama waktu ekstraksi maka semakin besar kandungan tanin yang berhasil terekstraksi. Fenomena ini terjadi karena waktu kontak juga merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam ekstraksi dengan metode soxhletasi. Menurut (Markom et al., 2007) polaritas pelarut, rasio solven-padatan, dan waktu kontak secara signifikan mempengaruhi hasil ekstraksi tanin. Fenomena pada pelarut etanol menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak antara pelarut dan daun *Averrhoa bilimbi* semakin banyak tanin yang terlarut.

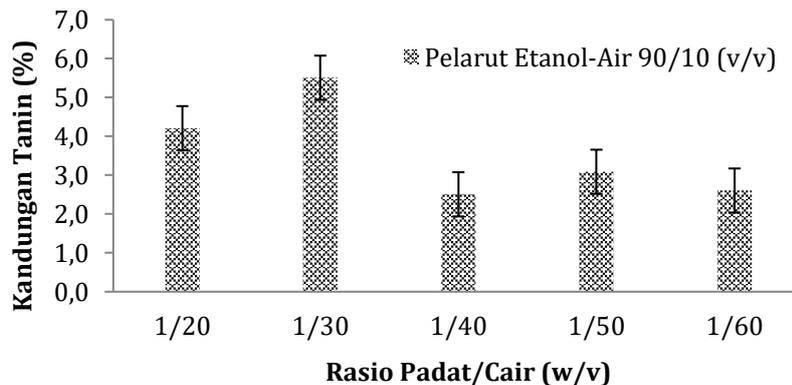


Gambar 2. Pengaruh jenis pelarut dan waktu ekstraksi terhadap persentase tanin pada rasio padat/cair 1/30 (w/v)

Persentase tanin terbesar pada etanol/air sebesar 90/10 (v/v) didapatkan pada waktu ekstraksi 60 menit yaitu sebesar $5,509\% \pm 0,125$. Persentase tanin pada waktu 60 menit mendekati nilai tanin pada ekstraksi dengan pelarut etanol yang memerlukan waktu lebih panjang yaitu 480 menit. Kehadiran air dalam pelarut terbukti meningkatkan kelarutan tanin ditunjukkan dengan waktu kontak yang lebih singkat untuk mencapai persentase tanin >5%. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar komponen dari tanin dalam daun *Averrhoa bilimbi* bersifat hidrofilik yang larut dalam air. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya tentang ekstraksi tanin dari *Phyllanthus niruri* Linn yang juga menunjukkan bahwa penambahan air dalam pelarut menunjukkan peningkatan yield ekstraksi (Markom et al., 2007). Selain itu juga karena adanya peningkatan kelarutan gugus *methoxylated* dengan adanya penambahan air (Muhamad et al., 2014), penambahan air juga terbukti meningkatkan transfer massa pada pemodelan ekstraksi tanin dari daun *Averrhoa bilimbi* (Putri et al., 2019). Sedangkan pada aplikasi pelarut etanol/air sebesar 80/20 (v/v) persentase tanin terbesar ditemukan pada waktu ekstraksi 30 menit yaitu sebesar $3,419\% \pm 0,05$. Pelarut dengan campuran etanol-air memberikan dampak positif yaitu waktu

ekstraksi yang lebih singkat, namun jika dilihat pada Gambar 1, semakin lama waktu ekstraksi maka konsentrasi tanin yang bisa diekstrak semakin turun. Fenomena ini terjadi karena massa tanin dari daun sudah banyak berpindah dari sampel ke dalam pelarut pada waktu ekstraksi 30 dan 60 menit. Sebagian dari tanin yang terlarut pada ekstraksi 30 dan 60 menit terpisah dari proses ekstraksi selanjutnya dengan waktu 120-480 menit dikarenakan pemisahan ekstrak untuk proses analisis. Ekstrak untuk analisis tanin diambil pada setiap variasi waktu ekstraksi dan ditambahkan pula solven segar untuk menjaga rasio padat/cair konstan. Kondisi ini dapat mengakibatkan jumlah tanin dari daun tersisa lebih sedikit pada waktu ekstraksi 120-480 menit. Penurunan persentase tanin juga dapat dikarenakan kandungan air pada pelarut yang mengakibatkan terjadinya degradasi tanin saat waktu ekstraksi yang lama sekitar 2-5 jam (Cork dan Krockenberger, 1991). Hasil perbandingan ketiga pelarut menunjukkan bahwa persentase tanin pada ekstrak terbesar dengan waktu ekstraksi yang singkat yaitu 60 menit dicapai dengan menggunakan pelarut campuran etanol/air sebesar 90/10 (v/v).

Selain jenis pelarut dan waktu ekstraksi, rasio padatan terhadap pelarut juga turut berpengaruh pada hasil ekstraksi. Gambar 3 menunjukkan bahwa



Gambar 3. Pengaruh rasio padat/cair terhadap persentase tanin pada waktu ekstraksi 60 menit

persentase tanin terbesar didapatkan pada rasio padat/cair 1/30 (w/v) sebesar $5,509\% \pm 0,125$. Persentase tanin yang berhasil diekstrak meningkat secara signifikan pada penambahan rasio pelarut dari 1/20 (w/v) yang hanya berhasil mengekstrak sebesar $4,209\% \pm 0,000$ tanin. Peningkatan rasio pelarut terhadap padatan dapat memperbesar gaya penggerak pada proses transfer massa, Gaya penggerak adalah gradien konsentrasi diantara padatan dan sebagian besar cairan (Elboughdiri, 2018). Akan tetapi, persentase tanin justru menurun setelah penambahan rasio menjadi 1/40 (w/v), data menunjukkan bahwa persentase tanin terendah didapatkan pada rasio padat/cair 1/40 (w/v) sebesar $2,507 \pm 0,044$. Penambahan padat/cair rasio menjadi 1/50 (w/v) menunjukkan peningkatan persentase tanin, namun peningkatan ini tidak terlalu besar serta turun kembali pada penambahan volume pelarut dengan perbandingan 1/60 (w/v). Kondisi ini menunjukkan bahwa rasio padat/cair sebesar 1/30 (w/v) adalah kondisi terbaik pada penelitian ini untuk ekstraksi tanin dari daun *Averrhoa bilimbi*.

4. KESIMPULAN

Polaritas pelarut berpengaruh pada proses ekstraksi tanin dari daun *Averrhoa bilimbi*. Pelarut etanol mampu mengekstraksi tanin hingga $5,489\% \pm 0,073$ dengan waktu ekstraksi 480 menit. Penambahan air ke dalam pelarut sebesar 10% memberikan waktu ekstraksi yang lebih singkat yaitu 60 menit dengan kadar tanin $5,509\% \pm 0,125$. Akan tetapi, peningkatan waktu ekstraksi pada pelarut dengan campuran air menunjukkan penurunan kadar tanin yang terekstraksi, dikarenakan tanin yang terdegradasi oleh kehadiran air pada waktu kontak >1 jam. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan optimasi dan pemodelan untuk menentukan kondisi operasi yang optimal.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana dengan dukungan finansial berupa hibah dana penelitian dari *The Islamic Development Bank Grant No. 137/UN17.11/PL2019*.

6. NOTASI

- P' : Polaritas campuran
- Pa : Polaritas Pelarut a
- Pb : Polaritas Pelarut b
- Φ_a : Fraksi volume Pelarut a
- Φ_b : Fraksi volume Pelarut b

7. DAFTAR PUSTAKA

Ali, A., Ali, S., Saleem, H. & Hussain, T. (2010). Effect of Tannic Acid and Metallic Mordants on The Dyeing Properties of Natural Dye Extracted from Acacia Nilotica Bark. *Asian Journal of Chemistry*, 22(9), 7065–7069.

Atanassova, M. & Christova-Bagdassarian, V. (2009).

Determination of Tannins Content by Titrimetric Method for Comparison of Different Plant Species. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 44(4), 413–415.

Cork, S. J. & Krockenberger, A. K. (1991). Methods and Pitfalls of Extracting Condensed Tannins and Other Phenolics from Plants : Insights from Investigations on *Eucalyptus* Leaves. *Journal of Chemical Ecology*, 17(1), 123–133.

de Hoyos-Martínez, P. L., Merle, J., Labidi, J. & Charrier – El Bouhtoury, F. (2019). Tannins extraction: A Key Point for Their Valorization and Cleaner Production. *Journal of Cleaner Production*, 206, 1138–1155. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.243>

Elboughdiri, N. (2018). Effect of Time, Solvent-Solid Ratio, Ethanol Concentration and Temperature on Extraction Yield of Phenolic Compounds from Olive Leaves. *Engineering, Technology and Applied Science Research*, 8(2), 2805–2808.

Khayyat, L., Essawy, A., Sorour, J. & Soffar, A. (2017). Tartrazine Induces Structural and Functional Aberrations And Genotoxic Effects In Vivo. *PeerJ*, 2017(2), 1–14. <https://doi.org/10.7717/peerj.3041>

Markom, M., Hasan, M., Daud, W. R. W., Singh, H. & Jahim, J. M. (2007). Extraction of Hydrolysable Tannins from *Phyllanthus niruri* Linn.: Effects of Solvents and Extraction Methods. *Separation and Purification Technology*, 52(3), 487–496. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2006.06.003>

Mirjalili, M. & Karimi, L. (2013). Extraction and Characterization of Natural Dye from Green Walnut Shells and Its Use in Dyeing Polyamide: Focus on Antibacterial Properties. *Journal of Chemistry*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/375352>

Mohd-Nasir, H., Abd-Talib, N., Mohd-Setapar, S. H., Wong, L. P., Idham, Z., Casillas, A. C. & Ahmad, A. (2018). Natural Colorants from Plants for Wellness Industry. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(3), 836–843. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.09758232.9\(3\).836-43](https://doi.org/10.13040/IJPSR.09758232.9(3).836-43)

Muhamad, N., Yusoff, M. & Gimbin, J. (2014). Influence of Solvent Polarity and Conditions on Extraction of Antioxidant, Flavonoids and Phenolic Content from *Averrhoa bilimbi*. *Journal of Food Science and Engineering*, 4, 255-260, <https://doi.org/10.17265/21595828/2014.05.006>

Putri, N. P., Jurin, A. P. S. & Ganna, S. A. (2015). Pemodelan Transfer Massa Tannin pada Tanaman Putri Malu. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(3), 115–119.

Putri, N. P., Niawanti, H., Rifaldiannur, M. & Desy, K. (2019). Modeling of Tannin Mass Transfer on The *Averrhoa bilimbi* Leaf Extraction. *Ekoloji*, 28(108), 2755–2760.

Sharma, S., Saxena, V., Baranwal, A., Chandra, P. & Mohan, L. (2018). Engineered Nanoporous Materials Mediated Heterogeneous Catalysts and

Their Implications in Biodiesel Production. *Materials Science for Energy Technologies*, 1(1), 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.mset.2018.05.002>

Snyder, L. R., Kirkland, J. J. & Glajch, J. L. (2012). Appendix II: Properties of Solvents Used in HPLC. *Practical HPLC Method Development*, 3, 721–728. <https://doi.org/10.1002/9781118592014.app2>

Vargas, F. D. & Lopez, O. P. (2002). *Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses*. CRC Press.

Villa, C. (2018). *Green Cosmetic Ingredients and Processes*. *Analysis of Cosmetic Products: Second Edition (Second Edi)*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-635082.00013-8>

Yusuf, M., Shabbir, M. & Mohammad, F. (2017). Natural Colorants: Historical, Processing and Sustainable Prospects. *Natural Products and Bioprospecting*, 7(1), 123–145. <https://doi.org/10.1007/s13659-017-0119-9>