

Pelatihan Preparasi Sediaan Biomordan Kulit Biji Asam untuk Pewarnaan Tenun Timor secara Alami di Kelompok Penenun Desa Oenaem

Risna Erni Yati Adu¹, Marselina Theresia Djue Tea¹, Gebhardus Djugian Gelyaman¹
Didi Prasetyo Benu¹, Faustinus Kadha²

¹Prodi Kimia, ²Prodi Agroteknologi
Universitas Timor, Jl. KM 09 Sasi, Kefamenanu, 85611

E-mail: adoe.risna@yahoo.com

Abstrak — Kelompok penenun di Desa Oenaem menghasilkan kain tenun yang diwarnai secara alami tetapi kurang diminati karena karakteristik ketahanan luntur rendah. Masyarakat menggunakan mordan tawas dan tunjung sebagai pengikat warna, tetapi kedua mordan tersebut mahal, toksik dan sulit dijangkau. Desa Oenaem memiliki sumber tanin yakni biji asam yang melimpah di musim kemarau dan berpotensi untuk digunakan sebagai alternatif mordan tawas dan tunjung, tetapi karena keterbatasan pengetahuan dan keterampilan, biji asam dibuang sebagai limbah. Untuk mengatasi persoalan tersebut maka perlu dilakukan kegiatan sosialisasi dan pelatihan untuk memperkenalkan kepada kelompok penenun tentang tanin kulit biji asam sebagai alternatif mordan tawas dan tunjung. Kegiatan pengabdian masyarakat dilakukan untuk membekali masyarakat dengan pengetahuan dan keterampilan dalam mengekstrak tanin kulit biji asam menjadi biomordan, dan menerapkannya dalam pewarnaan kain tenun pada kondisi mordanting yang tepat serta menggunakan formulasi rasio massa benang:mordan yang benar. Kegiatan diawali dengan koordinasi dengan mitra, persiapan alat dan bahan, dilanjutkan dengan sosialisasi melalui presentasi dan diskusi bersama, serta kegiatan pelatihan. Pelatihan meliputi teknik ekstraksi biomordan tanin dari kulit biji asam, dan penerapan biomordan tanin dalam pewarnaan tenun secara alami. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam menghasilkan tanin dari limbah kulit biji asam dan menerapkannya sebagai biomordan dalam pewarnaan benang tenun. Produk yang diperoleh dari kegiatan berupa sediaan biomordan ± 2 kg dan 4 lembar kain tenun yang telah diberi mordan dan diwarnai dengan kurkumin.

Kata Kunci: Biji Asam, Biomordan, Pewarna, Tannin, Tenun

Abstract — The weaving group in Oenaem Village produces woven cloth that is naturally dyed but is less popular due to its low fastness characteristics. People use alum and tunjung mordants as color binders, but these two mordants are expensive, toxic and difficult to access. Oenaem Village has a source of tannin, namely tamarind seeds, which are abundant in the dry season and have the potential to be used as an alternative to alum and tunjung mordant, but due to limited knowledge and skills, the tamarind seeds are discarded as waste. To overcome this problem, it is necessary to carry out outreach and training activities to introduce weaving groups to tamarind seed shell tannin as an alternative to alum and tunjung mordant. Community service activities are carried out to equip the community with knowledge and skills in extracting tamarind seed shell tannins into biomordant, and applying them in dyeing woven fabrics under the right mordanting conditions and using the correct yarn mass:mordant ratio formulation. Activities begin with coordination with partners, preparation of tools and materials, followed by socialization through presentations and joint discussions, as well as training activities. The training includes tannin biomordant extraction techniques from tamarind seed shells, and the application of tannin biomordant in natural weaving dyeing. The evaluation results show an increase in partners' knowledge and skills in producing tannin from tamarind seed shell waste and applying it as a biomordant in dyeing woven threads. The products obtained from the activity were ± 2 kg of biomordant and 4 pieces of woven fabric that had been mordanted and colored with curcumin.

Keywords: Tamarind Seeds, Biomordant, Dye, Tannin, Woven Cloth

1. PENDAHULUAN

Proses pewarnaan kain tenun Timor khususnya di Desa Oenaem, Kecamatan Biboki Selatan, Kabupaten Timor Tengah Utara, dilakukan menggunakan pewarna sintetis maupun pewarna alami. Zat pewarna sintetis mudah dijangkau, tersedia dalam beragam jenis, warna lebih variatif dan

penggunaan lebih praktis, akan tetapi penggunaan zat pewarna sintesis yang toksik secara terus-menerus dapat menimbulkan masalah bagi kesehatan manusia dan mencemari lingkungan [1], [2]. Pewarnaan secara alami pada umumnya menggunakan ekstrak dari bagian tumbuhan tertentu seperti akar, kulit batang, daun dan bunga [3],[4]. Pewarnaan secara alami menghasilkan kain tenun yang lebih ekonomis dan

aman untuk digunakan serta limbah pewarna yang dihasilkan lebih ramah lingkungan. Di sisi lain, kain tenun dengan pewarna alami memiliki warna yang kurang intens dan lebih mudah luntur akibat pencucian, paparan cahaya matahari, udara, keringat dan kelembaban sehingga kurang diminati oleh masyarakat [5].

Untuk mengatasi permasalahan pewarna alami, kelompok penenun Desa Oenaem membutuhkan tahapan fiksasi warna menggunakan senyawa pengikat zat warna dan serat kain yang dikenal sebagai mordan. Selama ini kelompok penenun menggunakan beberapa mordan dari garam-garam logam seperti alum atau tawas ($Al_2(SO_4)_3$) dan tunjung ($FeSO_4$). Penggunaannya secara terus menerus dalam jumlah banyak menghasilkan akumulasi logam Al dan Fe yang berdampak buruk terhadap lingkungan [2],[6]. Dalam menghasilkan kain tenun dari pewarna alami, masyarakat penenun di Desa Oenaem selalu tergantung pada mordan tawas dan tunjung yang diperoleh dengan harga mahal (\pm Rp.80.000 per kg). Masyarakat Desa Oenaem tidak memiliki pengetahuan terkait alternatif mordan yang mudah dijangkau dari lingkungan sekitar.

Beberapa penelitian telah mengembangkan biomordan untuk pewarna alami yang bersifat aman serta lebih ramah lingkungan dari tanin [7]–[9]. Tanin tergolong dalam kelompok senyawa polifenol yang mempunyai gugus fungsional hidroksil dan karbonil yang akan membentuk ikatan silang yang stabil dengan makro molekul berbeda seperti protein, karbohidrat dan molekul pewarna[10],[11]. Gugus –OH pada tanin dapat membentuk ikatan hidrogen dengan selulosa sedangkan gugus –COOH pada tanin bereaksi dengan pewarna yang memiliki gugus hidroksil [12].

Sumber tanin yang melimpah di Desa Oenaem tetapi belum dimanfaatkan secara optimal adalah kulit biji asam. Penenun di Desa Oenaem belum memiliki pengetahuan tentang potensi biji asam sebagai biomordan yang dapat menggantikan tawas dan tunjung dalam pewarnaan tenun secara alami. Bagi masyarakat Oenaem, biji asam merupakan *biowaste* sehingga dibuang begitu saja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kulit biji asam mengandung tanin sebesar $70.08 \pm 0.14\%$. Tanin tersebut telah diterapkan dalam pewarnaan tenun Timor dengan menggunakan pewarna kurkumin. Kain yang diperoleh berwarna kuning kecokelatan dengan ketahanan luntur terhadap cucian pada kategori baik (level 4), nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan mordan tawas dan tunjung [13]. Sangat penting untuk memperkenalkan biji asam sebagai sumber tanin, sebagai alternatif mordan tawas dan tunjung yang mahal.

Biji asam sangat melimpah di Desa Oenaem pada musim kemarau, akan tetapi sulit ditemukan di musim hujan. Hal ini akan menyulitkan kelompok

penenun menghasilkan kain tenun dari pewarna alami menggunakan tanin pada saat musim hujan. Kelompok penenun harus menghasilkan dan menjual produk kain tenun di setiap musim untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Selain itu biji asam yang disimpan dalam waktu lama akan mengalami kerusakan pada bagian kulit biji sehingga dapat mengurangi kandungan taninnya. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan biji asam yang melimpah saat musim kemarau sehingga tetap tersedia saat musim hujan.

Biji asam dapat diolah menjadi bubuk tanin yang bisa disimpan untuk waktu yang lebih lama. Selain belum mengetahui penerapan tanin dari biji asam sebagai biomordan pada pewarnaan tenun secara alami, masyarakat penenun di Desa Oenaem juga memiliki pengetahuan dan keterampilan yang terbatas dalam mengekstraksi kulit biji asam menjadi bubuk tanin yang siap digunakan. Oleh karena itu perlu dilakukan pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kelompok penenun di Desa Oenaem dalam mengenal tanin sebagai alternatif mordan tawas dan tunjung, mengolah biji asam menjadi bubuk tanin sebagai sediaan biomordan di musim hujan serta menerapkannya dalam pewarnaan tenun pada kondisi yang tepat. Kegiatan pengabdian ini dapat membantu kelompok penenun Desa Oenaem untuk terus menghasilkan kain tenun dengan ketahanan luntur yang baik menggunakan biomordan dari *biowaste* yang aman, murah dan mudah diperoleh.

2. METODE PELAKSANAAN

Solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan mitra kelompok penenun Desa Oenaem dilakukan melalui kegiatan sosialisasi, pelatihan ekstraksi limbah biji asam menjadi biomordan dan pengolahannya menjadi sediaan biomordan yang siap digunakan di setiap musim. Juga dilakukan pengenalan serta penerapan teknik-teknik mordanting dengan tanin pada kondisi yang tepat dan pewarnaan tenun secara alami menggunakan formulasi rasio massa benang:mordan yang tepat. Adapun tahapan-tahapan kegiatan yang dilaksanakan adalah:

Kegiatan Persiapan

Tahap persiapan meliputi koordinasi akhir dengan mitra untuk pemantapan rancangan kegiatan serta persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan selama kegiatan. Kontribusi mitra pada kegiatan persiapan adalah menyiapkan bahan baku berupa biji asam, menyiapkan tempat dan sejumlah peralatan. Kontribusi lain dari mitra yaitu menyediakan tenaga pembuatan kain tenun dari benang yang telah diwarnai.

Kegiatan Sosialisasi

Kegiatan sosialisasi dilakukan oleh tim pengabdian melalui pembagian selebaran yang berisi materi, presentasi oleh tim dan diskusi bersama kelompok mitra. Materi sosialisasi dimulai dengan pemaparan tentang tanin, sumber-sumber tanin serta peranannya dalam meningkatkan ketahanan luntur kain tenun. Mitra juga dibekali dengan pengetahuan tentang teknik-teknik mordanting yang sesuai untuk tanin. Peningkatan pengetahuan mitra diukur melalui observasi sebelum dan setelah sosialisasi dilakukan.

Kegiatan Pelatihan

Kegiatan pelatihan terdiri dari dua tahapan. Pertama diawali dengan pelatihan preparasi sampel, ekstraksi tanin dan zat warna, dan pengolahan tanin kulit biji asam menjadi biomordan. Tahap kedua yaitu pelatihan penerapan biomordan tanin pada pewarnaan benang tenun menggunakan beberapa teknik mordanting. Kegiatan pelatihan diawali simulasi oleh instruktur kemudian dilanjutkan dengan kegiatan praktik oleh masing-masing anggota mitra.

Prosedur kerja selama pelatihan adalah sebagai berikut:

a. Ekstraksi zat warna dari kunyit

Sebanyak 600 gr kunyit yang telah dibersihkan dan dicuci, dihaluskan dengan blender, kemudian direndam dalam 30 L mL air selama 30 menit, lalu dididihkan selama 60 menit. Selanjutnya larutan didinginkan dan disaring. Filtrat yang diperoleh digunakan pada pewarnaan.

b. Ekstraksi biomordan tanin dari kulit biji asam

Biji asam yang telah dikumpulkan, dicuci lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 30 menit. Kulit dikupas secara manual dari daging biji dan diblender hingga halus. Serbuk kulit biji asam (1 g) diekstraksi dengan air mendidih (2L) selama 2 jam lalu didinginkan dan disaring melalui kain muslin halus dan filtrat dikumpulkan secara terpisah. Residu yang tersisa diekstraksi tiga kali lagi. Total ekstrak (8L) yang dikumpulkan, dipanaskan sampai mendidih dan didiamkan semalaman kemudian disaring lagi. Filtrat bening dipekatkan dalam penangas air dengan menambahkan larutan NaCl jenuh. Endapan berwarna kecoklatan yang diperoleh, disaring dan dikeringkan dalam oven membentuk bubuk yang siap dipakai.

c. Mordanting dan Pewarnaan Benang tenun

Kondisi mordanting yang digunakan antara lain konsentrasi biomordan 15% terhadap masa benang pada suhu 95°C selama 45 menit dengan rasio larutan biomordan dan material 20:1. Kondisi pewarnaan yang digunakan yaitu pewarna 10% pada suhu 85 °C selama 60 menit.

Teknik-teknik mordanting yang digunakan dalam kegiatan adalah pra-mordanting, meta-mordanting dan pasca-mordanting.

Pada teknik pra-mordanting benang tenun dimasukkan ke dalam larutan mordan 15% kemudian ditiriskan dan dikeringanginkan. Selanjutnya disiapkan larutan zat warna alami dalam tempat pencelupan kemudian dimasukkan benang yang telah diberi mordan ke dalam larutan zat warna alami, lalu dikeringanginkan.

Pada teknik meta-mordanting larutan zat warna alami disiapkan dan dicampur dengan larutan mordan 15% dalam tempat pencelupan. Kemudian dimasukkan benang ke dalam larutan zat warna alami yang sudah dicampur dengan larutan mordan. Kain ditiriskan dan dikeringanginkan.

Teknik pasca-mordanting dilakukan dengan menyiapkan larutan zat warna alami hasil proses ekstraksi dalam tempat pencelupan. Kemudian dimasukkan benang ke dalam larutan zat warna alami. Selanjutnya benang ditiriskan dan dikeringanginkan. Kemudian benang dicelupkan ke dalam larutan mordan 15%. Benang yang telah diperoleh, ditunen menjadi kain tenun Timor oleh anggota penunun Desa Oenaem.

Monitoring, Evaluasi dan Pelaporan

Evaluasi dilakukan secara bertahap sesuai dengan tahapan kerja dengan memperhatikan capaian indikator keberhasilan dari tiap tahapan kegiatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini melibatkan 5 dosen dan 3 mahasiswa sebagai pelaksana dan 8 wanita penunun dari Desa Oenaem. Secara keseluruhan kegiatan inti dilaksanakan dalam 2 tahapan utama yaitu sosialisasi dan pelatihan.

Sosialisasi (Gambar 1) merupakan kegiatan yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan mitra tentang kelemahan dan keunggulan pewarna alami dan pewarna sintetis seperti yang telah dilaporkan [14]–[16], jenis-jenis mordan, sumber-sumber mordan dari bahan alami, teknik-teknik mordanting dalam pewarnaan benang tenun secara alami, serta metode ekstraksi limbah kulit biji asam menjadi biomordan [17]–[20]. Pada tahap ini, mitra diperkenalkan dengan berbagai jenis dan bagian tumbuhan yang dapat digunakan sebagai sumber pewarna alami untuk tenun. Selain itu pula dijelaskan tentang peran mordan dalam pewarnaan tenun secara alami dan berbagai jenis alternatif mordan tawas yang dapat digunakan sebagai pengikat serat dan pewarna, termasuk tannin dari kulit biji asam. Mitra juga dibekali dengan pengetahuan tentang teknik-teknik mordanting benang tenun seperti pra, meta dan pasca mordanting, juga kelebihan dan kekurangan dari masing-masing teknik tersebut [21]. Di akhir dari

kegiatan sosialisasi, mitra diberi penjelasan tentang tahapan pengolahan limbah kulit biji asam menjadi sediaan biomordan yang dapat disimpan untuk waktu yang lebih lama. Ketercapaian tujuan tahapan sosialisasi diukur melalui tanya jawab dan diskusi langsung bersama mitra. Melalui observasi langsung diketahui adanya peningkatan pengetahuan pada kelompok mitra.



Gambar 1. Sosialisasi tentang biomordan

Kegiatan demonstrasi pembuatan sediaan biomordan diawali dengan preparasi dan ekstraksi limbah kulit biji asam hingga menjadi bubuk tanin (Gambar 2). Tanin diekstraksi dengan aquades karena tanin merupakan kelompok senyawa polifenol yang terlarut dalam pelarut polar (seperti aquades dan methanol). Pembentukan serbuk tannin dari kulit biji asam dapat memudahkan proses pelarutan tanin dalam pelarut aquades panas.



Gambar 2. Preparasi biomordan biji asam

Mordanting merupakan tahap pemberian biomordan tannin pada benang tenun. Dalam kegiatan ini digunakan teknik pra-mordanting (Gambar 3). Teknik ini diketahui lebih efektif dalam menghubungkan serat selulosa dan kurkumin serta terbukti mampu meningkatkan kekuatan warna dan ketahanan luntur warna terhadap pencucian yang lebih baik daripada dua teknik mordanting lainnya [21]. Proses mordanting dilakukan selama 2 jam pada suhu 95°C menggunakan konsentrasi biomordan 15%, sebagaimana yang telah dilaporkan dalam penelitian terdahulu [22].



Gambar 3. Mordanting benang tenun

Benang tenun yang mula-mula berwarna putih berubah menjadi merah muda setelah pemberian mordan tanin. Senyawa tanin merupakan kelompok senyawa yang menghasilkan warna merah kecokelatan. Hasil serupa juga telah dihasilkan dalam penelitian sebelumnya [23]. Benang tenun hasil mordanting dikeringanginkan kemudian dicelupkan ke dalam pewarna (Gambar 4 - kiri). Benang tenun hasil mordanting dicelupkan dalam pewarna kurkumin 10% pada kondisi suhu 85 °C selama 60 menit [24]. Setelah pengeringan, diperoleh benang tenun berwarna kuning (Gambar 4 – tengah). Benang yang telah diperoleh ditunen oleh kelompok mitra menghasilkan kain tenun (Gambar 4 - kanan).



Gambar 4. Pewarnaan dan penunenan benang tenun

Selama kegiatan demonstrasi dan praktik dilakukan diskusi interaktif terkait kesulitan yang dialami, untuk memastikan anggota mitra benar-benar terampil dalam menghasilkan biomordan dan kain tenun. Pada akhirnya semua anggota mitra berhasil membuat sediaan biomordan ± 2 kg yang dapat disimpan, dan 4 lembar kain tenun hasil mordanting menggunakan biomordan tanin kulit biji asam, dan pewarnaan menggunakan kurkumin (Gambar 5).



Gambar 5. Kelompok wanita penenun dan hasilnya

4. KESIMPULAN

Kegiatan pelatihan preparasi sediaan biomordan kulit biji asam untuk pewarnaan tenun Timor secara alami di kelompok penenun Desa Oenaem berhasil dilakukan. Kegiatan dilakukan dalam 4 tahap yaitu persiapan, sosialisasi, pelatihan pembuatan sediaan biomordan, dan evaluasi. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan mitra.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Timor atas pembiayaan yang diberikan hingga terlaksananya kegiatan pengabdian pada Masyarakat ini berdasarkan Kontrak Program PKM Nomor: 91/UN60.6/PM/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Khan and A. Malik, "Toxicity evaluation of textile effluents and role of native soil bacterium in biodegradation of a textile dye," *Environ Sci Pollut Res*, vol. 25, no. 5, pp. 4446–4458, Feb. 2018, doi: 10.1007/s11356-017-0783-7.
- [2] B. Lellis, C. Z. Fávoro-Polonio, J. A. Pamphile, and J. C. Polonio, "Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms," *Biotechnology Research and Innovation*, vol. 3, no. 2, pp. 275–290, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.biori.2019.09.001.
- [3] S. S. Affat, "Classifications, Advantages, Disadvantages, Toxicity Effects of Natural and Synthetic Dyes: A review".
- [4] L. J. Rather *et al.*, "Ecological dyeing of Woolen yarn with *Adhatoda vasica* natural dye in the presence of biomordants as an alternative copartner to metal mordants," *Journal of Environmental Chemical Engineering*, vol. 4, no. 3, pp. 3041–3049, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.jece.2016.06.019.
- [5] A. K. Samanta, "Fundamentals of Natural Dyeing of Textiles: Pros and Cons," *CTFTTE*, vol. 2, no. 4, Feb. 2018, doi: 10.19080/CTFTTE.2018.02.555593.
- [6] R. H. Alasfar and R. J. Isaifan, "Aluminum environmental pollution: the silent killer," *Environ Sci Pollut Res*, vol. 28, no. 33, pp. 44587–44597, Sep. 2021, doi: 10.1007/s11356-021-14700-0.
- [7] J. N. Chakraborty, *Fundamentals and practices in colouration of textiles*, Second edition. New Delhi: Woodhead Publishing India Pvt. Ltd., 2014.
- [8] K. H. Win, Y. K. Khaing, and T. Khaing, "Extraction of Tannin from Tamarind Seed Coat as a Natural Mordant for Dyeing of Wool Yarn," vol. 4, no. 7, 2019.
- [9] Md. D. Hosen, Md. F. Rabbi, Md. A. Raihan, and Md. A. Al Mamun, "Effect of turmeric dye and biomordants on knitted cotton fabric coloration: A promising alternative to metallic mordanting," *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 3, p. 100124, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.clet.2021.100124.
- [10] P. L. De Hoyos-Martínez, J. Merle, J. Labidi, and F. Charrier – El Bouhtoury, "Tannins extraction: A key point for their valorization and cleaner production," *Journal of Cleaner Production*, vol. 206, pp. 1138–1155, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.09.243.
- [11] P. Sarker, A. K. M. A. Hosne Asif, M. Rahman, Md. M. Islam, and K. H. Rahman, "Green Dyeing of Silk Fabric with Turmeric Powder Using Tamarind Seed Coat as Mordant," *MSCE*, vol. 08, no. 02, pp. 65–80, 2020, doi: 10.4236/msce.2020.82007.
- [12] K. H. Prabhu and M. D. Teli, "Eco-dyeing using *Tamarindus indica* L. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity," *Journal of Saudi Chemical Society*, vol. 18, no. 6, pp. 864–872, Dec. 2014, doi: 10.1016/j.jscs.2011.10.014.
- [13] R. E. Y. Adu, M. T. Djue Tea, and Yunita Bouk, "Ekstraksi Tanin dari Limbah Kulit Biji Asam dan Penggunaannya Sebagai Biomordan pada Pewarnaan Tenun Timor Secara Alami," *J.Ris.Kim.*, vol. 13, no. 2, pp. 178–187, Sep. 2022, doi: 10.25077/jrk.v13i2.509.
- [14] A. K. Samanta, "Fundamentals of Natural Dyeing of Textiles: Pros and Cons," *CTFTTE*, vol. 2, no. 4, Feb. 2018, doi: 10.19080/CTFTTE.2018.02.555593.
- [15] P. Samanta, "A Review on Application of Natural Dyes on Textile Fabrics and Its Revival Strategy," in *Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments*, A. Kumar Samanta, N. S. Awwad, and H. Majdooa Algarni, Eds., IntechOpen, 2020. doi: 10.5772/intechopen.90038.
- [16] N. Li, Q. Wang, J. Zhou, S. Li, J. Liu, and H. Chen, "Insight into the Progress on Natural Dyes: Sources, Structural Features, Health Effects, Challenges, and Potential," *Molecules*, vol. 27, no. 10, p. 3291, May 2022, doi: 10.3390/molecules27103291.
- [17] G. Singh, P. Mathur, N. Singh, and J. Sheikh, "Functionalization of wool fabric using kapok flower and bio-mordant," *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, vol. 14, p. 100184, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.scp.2019.100184.
- [18] A. Singh and J. Sheikh, "Cleaner functional dyeing of wool using *Kigelia Africana* natural dye and *Terminalia chebula* bio-mordant," *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, vol. 17, p. 100286, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.scp.2020.100286.
- [19] K. H. Prabhu and A. S. Bhute, "Plant based natural dyes and mordants: A Review," 2012.
- [20] R. E. Y. Adu, M. T. Djue Tea, and Yunita Bouk, "Ekstraksi Tanin dari Limbah Kulit Biji Asam dan Penggunaannya Sebagai Biomordan pada Pewarnaan Tenun Timor Secara Alami," *J.Ris.Kim.*, vol. 13, no. 2, pp. 178–187, Sep. 2022, doi: 10.25077/jrk.v13i2.509.

- [21] M. Yusuf, F. Mohammad, M. Shabbir, and M. A. Khan, "Eco-dyeing of wool with *Rubia cordifolia* root extract: Assessment of the effect of *Acacia catechu* as biomordant on color and fastness properties," *Text Cloth Sustain*, vol. 2, no. 1, p. 10, Jan. 2017, doi: 10.1186/s40689-016-0021-6.
- [22] M. T. D. Tea, "Optimalisasi Proses Mordanting Pada Pewarnaan Alami Kain Tenun Timor Dengan Tanin Kulit Biji Asam Sebagai Biomordan," *Jurnal Kimia*.
- [23] H. Purnama, W. Eriani, and N. Hidayati, "Natural dye extraction from tropical almond (*Terminalia catappa* Linn) leaves and its characterization," presented at the Exploring Resources, Process and Design for Sustainable Urban Development: Proceedings of the 5th International Conference on Engineering, Technology, and Industrial Application (ICETIA) 2018, Surakarta, Indonesia, 2019, p. 050026. doi: 10.1063/1.5112470.
- [24] S. E. P. Wahyuningtyas, "Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kandungan Senyawa Kurkumin Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica* Val.)," vol. 6, no. 2, 2017.