

Original Research Paper

Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan Pada Industri Penyamakan Kulit Di Settebello, Italia (Sebuah Hasil Analisis Studi Magang Industri Mahasiswa)

Gabriella Romaito Br Manalu^{1,7}, A. Nurazizah Taufiq^{1,7}, Andi Muh. Nurcholish Pasha^{1,7}, Fadli Hasdin^{2,7}, Muhammad Irfan Said^{3,8*}, Muhammad Ihsan Andi Dagong^{3,8}, Mehmet Mete Mutlu^{4,8}, Constantina Kollia^{5,8}, Maurizia Seggiani^{6,8}

¹*Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia*

²*Departemen Sosial Ekonomi Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia*

³*Departemen Produksi Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia*

⁴*Department of Leather Technology, Faculty of Engineering, EGE University, Izmir, Turkiye*

⁵*School of Chemical Engineering, National Technical University of Athens (NTUA), Greece, Yunani*

⁶*Faculty of Chemical Engineering, University of Pisa, Pisa, Italy*

⁷*Participant of Training Student & Industry, ELEGTEC Project By Erasmus⁺ CBHE, [EU](#)*

⁸*Members of Consortium, ELEGTEC Project By Erasmus⁺ CBHE, [EU](#)*

DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v8i4.13920>

Sitasi: Manalu, G. R. B., Taufiq, A. N., Pasha, A. M. N., Hasdin, F., Said, M. I., Dagong, M. I. A., Metlu, M. M., Kollia, C., Seggiani, M. (2026). Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan Pada Industri Penyamakan Kulit Di Settebello, Italia (Sebuah Hasil Analisis Studi Magang Industri Mahasiswa). *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 8(4)

Article history

Received: 18 Desember 2025

Revised: 25 Desember 2025

Accepted: 30 Desember 2025

**Corresponding Author:*

Muhammad Irfan Said,
Fak.Peternakan Universitas
Hasanuddin, Makassar,
Indonesia 90245:
Email: irfanunhas@gmail.com

Abstract: The tanning industry is known as one of the sectors that produces hazardous waste due to the use of chemicals such as chromium and sodium sulfide, so the application of safer and more sustainable technology is needed. This study aims to evaluate the implementation of environmentally friendly technology in the Settebello tanning industry in Italy through direct observation focusing on the principles of green chemistry and Best Available Techniques. The results show that Settebello has implemented digital process control, a recirculation-based water efficiency system, and the use of enzymatic tanning at the dehairing, bating, and degreasing stages to replace harsh chemicals that have the potential to pollute the environment. The application of this technology has been proven to be able to reduce the pollution burden, improve the consistency of skin quality, and reduce health risks for workers through reducing exposure to harmful substances. In addition, chromium recovery and integrated waste treatment contribute to improving resource efficiency and strengthening the sustainability of the production process. These findings confirm that cleaner tanning technology can be effectively applied in industrial operations and has great potential to be adapted by the tanning sector in Indonesia as an effort to support the improvement of environmental performance, process efficiency, and national industrial competitiveness. The application of these innovations also opens up opportunities for the development of advanced research that focuses on process optimization, emission reduction, and expansion of sustainability standards for the tanning industry in the future.

Keywords: Eco-friendly technology, Tanning, Green chemistry, Best Available Techniques, Waste treatment.

Pendahuluan

Industri penyamakan kulit merupakan salah satu sektor unggulan nonmigas di Indonesia yang berkontribusi signifikan dalam meningkatkan nilai tambah hasil ternak serta mendorong pertumbuhan ekonomi daerah, sekaligus memiliki posisi kompetitif di pasar global. Meskipun demikian, aktivitas penyamakan kulit dikenal memiliki potensi besar menimbulkan pencemaran lingkungan akibat tingginya konsumsi air, energi, dan bahan kimia pada berbagai tahapan produksi seperti perendaman, pengapuran, penyamakan, pewarnaan, hingga proses finishing ([Pumomo dkk., 2022](#)).

Setiap tahap dalam proses penyamakan memerlukan penggunaan bahan kimia seperti garam kromium, asam, basa, serta senyawa organik lainnya yang menghasilkan limbah cair, limbah padat, dan emisi gas berbahaya. Limbah cair dari industri ini umumnya mengandung konsentrasi tinggi bahan organik, zat toksik, serta logam berat seperti kromium yang dapat mencemari lingkungan dan berdampak buruk terhadap kesehatan manusia maupun keseimbangan ekosistem perairan apabila tidak diolah secara memadai ([Rahayu dkk., 2021](#)).

Kromium (Cr^{3+}) sebagai bahan utama proses penyamakan digunakan karena mampu memperkuat dan meningkatkan ketahanan kulit, tetapi tidak seluruhnya terserap oleh material kulit sehingga sebagian besar masuk ke aliran limbah. Dalam kondisi tertentu, kromium dapat berubah menjadi bentuk yang lebih berbahaya yang memicu masalah kesehatan seperti iritasi, gangguan pernapasan, hingga potensi kanker, sehingga limbah penyamakan dikategorikan sebagai limbah B3 yang memerlukan pengelolaan khusus ([Asiah, 2019](#)).

Berbagai pendekatan telah diterapkan untuk mengurangi dampak pencemaran, termasuk teknik pengolahan limbah seperti koagulasi, filtrasi, adsorpsi, serta proses biologis, bahkan pemanfaatan bahan alami seperti arang aktif dan limbah pertanian sebagai penyerap polutan ([Mulyasyaroh dan Masfufah, 2016](#)). Namun demikian, fasilitas pengolahan limbah yang memadai belum tersedia di seluruh industri, terutama pada skala kecil dan menengah, sehingga pencemaran tetap menjadi persoalan lingkungan di sejumlah sentra penyamakan kulit.

Peningkatan kepedulian terhadap kelestarian lingkungan mendorong penerapan green chemistry dan Best Available Techniques (BAT) sebagai solusi yang lebih berkelanjutan. Pendekatan green chemistry menitikberatkan pada penggunaan bahan kimia yang lebih aman dan dapat diperbarui, termasuk pemanfaatan bahan penyamak nabati dari ekstrak tanaman seperti mimosa, gambir, dan kayu secang ([Kurnianto dkk., 2023](#)). Sementara itu, BAT mencakup pemanfaatan teknologi modern yang lebih efisien dan minim limbah, seperti sistem sirkulasi ulang air, pemulihan kromium, penggunaan sistem tertutup, serta teknologi pengolahan limbah lanjutan seperti membran dan biofilter yang terbukti mampu menurunkan polusi dan meningkatkan efisiensi operasional ([Nugraha, 2018](#)).

Secara keseluruhan, penerapan teknologi ramah lingkungan dalam industri penyamakan di Indonesia masih dalam tahap pengembangan dan memerlukan inovasi yang lebih sederhana serta efisien, didukung kebijakan dan edukasi yang berkesinambungan agar manfaat ekonomi tetap dapat diperoleh tanpa mengorbankan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat ([Klimczak dkk., 2022](#)).

Metode Pelaksanaan

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode observasi dan studi konseptual. Kegiatan dilakukan melalui kunjungan industri ke Settebello, Italia pada tanggal 23 Juli 2025. Fokus utama kegiatan ini adalah untuk mengamati secara langsung penerapan teknologi ramah lingkungan serta sistem pengelolaan limbah yang digunakan dalam proses penyamakan kulit. Pelaksanaan kegiatan dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu:

1. Tahap persiapan
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan informasi awal mengenai industri penyamakan kulit, khususnya yang berkaitan dengan teknologi ramah lingkungan. Selain itu, dilakukan penentuan lokasi kunjungan, penyusunan tujuan kegiatan, dan penyiapan instrumen observasi sederhana seperti catatan lapangan.
2. Tahap pelaksanaan / observasi lapangan
Tahap ini dilakukan melalui kunjungan

langsung ke industri penyamakan kulit Settebello. Pada tahap ini dilakukan pengamatan terhadap tahapan proses produksi, penggunaan bahan kimia, pengelolaan limbah cair dan padat, serta penerapan teknologi ramah lingkungan seperti sistem daur ulang air, penggunaan bahan alternatif, dan pengolahan limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

3. Tahap pengumpulan informasi pendukung Selain observasi, dilakukan pencatatan informasi penting berdasarkan penjelasan dari pihak industri serta dokumentasi melalui foto atau catatan tertulis. Informasi ini digunakan untuk memperkuat hasil pengamatan di lapangan.
4. Tahap analisis dan refleksi Data yang diperoleh dari hasil observasi kemudian dianalisis secara deskriptif dengan cara membandingkan kondisi di lapangan dengan konsep green chemistry dan Best Available Techniques (BAT) yang terdapat dalam literatur ilmiah. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana teknologi ramah lingkungan telah diterapkan.
5. Tahap evaluasi Tahap terakhir adalah melakukan evaluasi umum terhadap efektivitas teknologi yang diterapkan di Settebello, serta menilai potensi penerapan teknologi tersebut pada industri penyamakan kulit di Indonesia, khususnya skala kecil dan menengah.

Hasil dan Pembahasan

1. Kondisi Umum Proses Penyamakan Kulit di Settebello

Di Settebello, setiap tahap penyamakan kulit dijalankan secara terstandar dan terkontrol mulai dari penerimaan kulit mentah hingga tahap finishing. Kulit mentah menjalani proses *soaking* dan *liming* dimana pH, suhu, dan durasi dirawat secara digital agar struktur kolagen tidak rusak. Sistem komputer memantau parameter secara real time, sehingga penyimpangan kecil bisa segera dikoreksi. Ini menunjukkan bahwa mereka tidak sekadar mengandalkan keahlian operator, tetapi juga memakai teknologi kontrol proses modern untuk menjaga kualitas kulit agar seragam dan stabil ([Covington dan Wise, 2019](#)). Pendekatan ini

konsisten dengan konsep optimasi proses dalam penyamakan kulit yang dijelaskan dalam literatur. Dokumentasi kegiatan pengaplikasian teknologi ramah lingkungan pada industri penyamakan kulit di settebello, italia Secara lengkap disajikan pada Gambar 1.



Dalam hal lingkungan, Settebello tampak menerapkan prinsip produksi bersih (*clean production*). Mereka mengendalikan volume air lewat sistem sirkulasi ulang air bekas pencucian difiltrasi lalu dipakai ulang untuk tahap awal yang tidak membutuhkan air dengan kualitas tinggi ([Hansen dkk., 2021](#)). Bahan kimia diberikan secara presisi agar tidak berlebihan, sehingga limbah berbahaya bisa diminimalkan. Cara ini sesuai dengan strategi efisiensi penggunaan air dan limbah dalam industri penyamakan kulit skala kecil maupun menengah ([Rukmana dkk., 2021](#)).

Inovasi penting di Settebello adalah penerapan *penyamakan enzimatis* (enzymatic tanning) pada tahap awal pengolahan kulit misalnya dalam proses *dehairing*, *bating*, atau *degreasing*. Penggunaan enzim membantu menggantikan bahan kimia keras pada metode konvensional. Proses yang menggunakan enzim bersifat lebih selektif dan lebih lembut terhadap struktur kolagen, serta menghasilkan limbah yang lebih mudah terurai (biodegradable). Dengan demikian, beban pencemaran air limbah seperti BOD / COD bisa jauh lebih rendah, dan limbah jadi lebih ramah lingkungan ([Hasan dkk., 2022](#)).

2. Penerapan Enzymatic Tanning

Enzymatic tanning merupakan metode penyamakan yang memanfaatkan enzim alami untuk membantu proses penghilangan bulu, pelembutan jaringan, dan pembersihan lemak pada

kulit ([Pawiroharsono, 2008](#)). Pada metode konvensional, tahapan ini umumnya menggunakan bahan kimia keras seperti natrium sulfida (Na_2S), kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), dan amonia, yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan pekerja. Di Settebello, enzim digunakan pada proses:

- Dehairing (penghilangan bulu)
Enzim membantu melonggarkan akar bulu tanpa perlu menggunakan sulfida dalam jumlah besar. Hal ini membuat proses lebih bersih dan mengurangi bau menyengat yang biasanya muncul dari reaksi bahan kimia keras.
- Bating (pelembutan jaringan kulit)
Enzim proteolitik bekerja memecah protein yang tidak diperlukan dalam struktur kulit seperti albumin dan globulin, sehingga kulit menjadi lebih lentur dan halus tanpa merusak kolagen utama.

- Degreasing (pengurangan lemak)
Enzim lipase membantu mengurangi kandungan lemak berlebih, sehingga meningkatkan kualitas penyerapan bahan penyamak pada tahap selanjutnya.

Pengamatan menunjukkan bahwa penggunaan enzim ini tidak hanya membuat proses lebih ramah lingkungan, tetapi juga meningkatkan kualitas kulit hasil penyamakan. Kulit menjadi lebih merata teksturnya, lebih lembut, dan memiliki daya serap yang lebih baik terhadap zat penyamak. Selain itu, kondisi lingkungan kerja menjadi lebih nyaman karena berkurangnya bau menyengat dan iritasi yang biasanya dihasilkan oleh bahan kimia kuat.

Penggunaan enzymatic tanning ini jelas mencerminkan penerapan prinsip green chemistry, khususnya prinsip:

- Penggunaan bahan yang lebih aman:
Enzim berasal dari sumber alami dan tidak bersifat korosif seperti natrium sulfida atau amonia. Prosesnya berlangsung pada kondisi yang lebih ringan, sehingga lebih aman bagi pekerja dan tidak merusak lingkungan. Selain itu, enzim mudah terurai secara alami, sehingga residunya tidak mencemari tanah dan air dalam jangka panjang.
- Proses yang lebih efisien:
Enzim bekerja secara spesifik pada bagian-bagian tertentu dari kulit, seperti sisa protein dan lemak, sehingga proses pembersihan dan pelunakan menjadi lebih cepat dan terkontrol. Akibatnya, penggunaan air, energi, dan waktu

produksi dapat dikurangi, sementara kualitas kulit tetap terjaga.

- Pengurangan bahan beracun dan limbah berbahaya:

Karena tidak banyak menggunakan bahan kimia keras, jumlah limbah beracun yang dihasilkan menjadi lebih rendah. Air limbah mengandung lebih sedikit zat pencemar, dan lumpur limbah yang dihasilkan juga lebih aman untuk dikelola. Hal ini membantu menekan pencemaran lingkungan sejak tahap awal produksi.

3. Perbedaan Enzymatic Tanning dengan Metode Konvensional

Pada metode konvensional penyamakan kulit, industri umumnya memakai bahan kimia sintetis seperti natrium sulfida, kapur, amonia, dan surfaktan keras ([Yuliatmo dan Udkhiyati, 2020](#)). Proses ini menghasilkan limbah cair dengan kandungan tinggi polutan seperti COD, BOD, padatan tersuspensi (TSS), garam, sulfida, dan sering juga logam berat yang berbahaya bagi lingkungan dan memerlukan pengolahan intensif sebelum dibuang. Selain itu, paparan bahan kimia keras di lingkungan kerja meningkatkan risiko bagi pekerja, seperti iritasi kulit, gangguan pernapasan, dan potensi bahaya kesehatan lainnya.

Sebaliknya, enzymatic tanning menggunakan enzim alami yang bersifat biologis dan lebih mudah terurai. Enzim tersebut bekerja selektif pada zat-zat tertentu (misalnya protein interfibriler atau lemak) tanpa merusak struktur utama kolagen kulit ([Lasoń-Rydel dkk., 2024](#)). Karena itu, limbah yang dihasilkan relatif lebih ringan kandungannya: lebih rendah polutan seperti organik terlarut atau residu kimia keras. Hal ini berarti beban pengolahan limbah berkurang dan potensi pencemaran air atau tanah bisa ditekan.

Dari sisi kualitas produk, kulit hasil enzimatik umumnya lebih lunak, fleksibel, dan memiliki struktur serat yang lebih homogen. Enzim membantu membuka jaringan serat kolagen dengan lembut, sehingga agen penyamak dapat menyerap secara merata menghasilkan kulit dengan tekstur dan mutu yang lebih baik. Dari segi kesehatan dan keselamatan kerja, pekerja pada metode konvensional berisiko lebih tinggi mengalami iritasi kulit, gangguan pernapasan, dan kecelakaan akibat bahan kimia berbahaya ([Rahma dkk., 2017](#)).

Sebaliknya, pada metode enzim, risiko tersebut jauh lebih berkurang karena sifat enzim yang tidak korosif dan lebih ramah bagi tubuh manusia.

4. Keterkaitan dengan Prinsip Green Chemistry dan BAT

Dari hasil observasi, dapat disimpulkan bahwa Settebello telah menerapkan dua prinsip utama dalam industri ramah lingkungan, yaitu:

1. Green Chemistry

- Menggantikan bahan kimia berbahaya dengan alternatif alami (enzim)

Enzim digunakan untuk menggantikan bahan seperti natrium sulfida dan kapur sehingga proses berjalan lebih aman, tidak korosif, dan tidak menghasilkan gas beracun. Enzim bekerja secara selektif sehingga struktur kolagen tetap terjaga dan kualitas kulit meningkat.

- Mengurangi jumlah bahan kimia yang digunakan.

Proses enzimatik membutuhkan bahan kimia tambahan dalam jumlah jauh lebih kecil karena reaksi biokimia berlangsung lebih efisien. Hal ini menekan biaya produksi dan menurunkan risiko pencemaran.

- Menghasilkan limbah yang lebih mudah diolah. Limbah dari proses berbasis enzim mengandung polutan organik yang lebih rendah, sehingga COD, BOD, dan TSS turun dan air limbah lebih mudah diproses pada IPAL. Dampaknya, kebutuhan bahan pengolah limbah juga berkurang.

2. Best Available Techniques (BAT)

- Sistem pengolahan limbah terintegrasi.

Setiap aliran limbah dikumpulkan, dipisahkan, dan diolah dalam satu sistem terpadu sehingga tidak ada bahan berbahaya yang lolos ke lingkungan. Pendekatan ini memastikan kualitas air buangan memenuhi standar internasional.

- Pemulihan kembali bahan berbahaya (kromium).

Kromium yang tersisa dari proses penyamakan diendapkan, dipisahkan, dan digunakan kembali sehingga mengurangi pencemaran logam berat sekaligus menekan biaya bahan baku. Proses ini mendukung konsep ekonomi sirkular.

- Efisiensi air dan material.

Penggunaan air dikurangi melalui sistem resirkulasi dan reuse, sedangkan bahan kimia dimanfaatkan secara optimal agar tidak ada yang

terbuang. Hal ini meningkatkan efisiensi proses produksi dan mengurangi limbah total.

Kombinasi keduanya menciptakan sistem produksi yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga lebih efisien dan berdaya saing tinggi di pasar global.

5. Potensi Penerapan di Indonesia

Penerapan teknologi ini sangat memungkinkan diadaptasi di Indonesia. Untuk industri besar, enzymatic tanning dan pemulihan kromium dapat langsung diintegrasikan dalam lini produksi yang sudah ada. Sedangkan untuk industri kecil dan menengah, penerapannya dapat dimulai dari skala sederhana, misalnya pada tahap dehairing dan bating menggunakan enzim, serta dilakukan secara bertahap.

Permasalahan utama di Indonesia bukan terletak pada ketersediaan kulit mentah, tetapi pada kurangnya teknologi ramah lingkungan dan keterbatasan pengetahuan teknis. Oleh karena itu, diperlukan dukungan berupa:

- Pelatihan SDM

Meningkatkan keterampilan pekerja agar mampu menjalankan proses penyamakan modern dan ramah lingkungan.

- Transfer Teknologi

Menghadirkan teknologi baru seperti enzymatic tanning dan pemulihan kromium agar industri lebih efisien dan bersih.

- Insentif Pemerintah

Memberikan dukungan finansial atau regulasi agar pelaku industri lebih mudah beralih ke teknologi hijau.

- Kerja Sama dengan Lembaga Pendidikan dan Riset

Mendorong pengembangan inovasi lokal dan peningkatan pengetahuan teknis melalui kolaborasi dengan kampus dan pusat riset.

Jika hal ini dilakukan, maka industri penyamakan kulit Indonesia tidak hanya lebih ramah lingkungan, tetapi juga mampu bersaing di pasar internasional yang semakin menuntut standar keberlanjutan.

Kesimpulan

Observasi di Settebello menunjukkan bahwa penerapan enzymatic tanning, kontrol proses digital, resirkulasi air, pemulihan kromium, dan pengolahan limbah terpadu telah diterapkan

sehingga penggunaan bahan kimia berbahaya dapat dikurangi serta pencemaran dapat ditekan. Teknologi tersebut telah mencerminkan penerapan nyata prinsip green chemistry dan BAT dalam proses penyamakan kulit modern. Berdasarkan temuan tersebut, dapat dinyatakan bahwa teknologi ramah lingkungan ini berpotensi sangat tinggi untuk diterapkan pada industri penyamakan kulit di Indonesia, terutama apabila disertai peningkatan keterampilan pekerja, dukungan regulasi, dan transfer teknologi untuk menjaga produktivitas tanpa menimbulkan pencemaran.

Ucapan Terima Kasih

Penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Program ERASMUS melalui proyek ELEGTEC (Excellence for Sustainable and Green Leather Technology) atas dukungan yang telah diberikan dalam pelaksanaan kegiatan ini. Apresiasi yang tulus juga ditujukan kepada Rektor Universitas Hasanuddin, Ketua LP2M, serta Dekan Fakultas Peternakan UNHAS, karena kegiatan lapangan ini telah difasilitasi, diarahkan, dan didukung sehingga dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- Asiah, S. (2019). Analisis Pengaruh Paparan Kromium Terhadap Kadar Kreatinin Dan Bun Pada Pekerja Penyamakan Kulit Di Industri Kecil Kulit Magetan (Doctoral Dissertation, Universitas Airlangga).
- Covington, A. D., & Wise, W. R. (2019). Tanning chemistry: the science of leather. Royal society of chemistry.
- Hansen, É., De Aquim, P. M., & Gutterres, M. (2021). Environmental Assessment Of Water, Chemicals And Effluents In Leather Post-Tanning Process: A Review. *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106597.
- Hasan, M. J., Haque, P., & Rahman, M. M. (2022). Protease Enzyme Based Cleaner Leather Processing: A Review. *Journal Of Cleaner Production*, 365, 132826.
- Kowalik-Klimczak, A., Życki, M., Łożyńska, M., Schadewell, C., Fiehn, T., Woźniak, B., & Flisek, M. (2022). Application Of An Integrated System Of Thermal Pressure Hydrolysis/Membrane Techniques To Recover Chromium From Tannery Waste For Reuse In Hide Tanning Processes. *Membranes*, 13(1), 18.
- Kurnianto, a.s., Abidin, M. Z., Biotech., dan IPM. 2023. Ekstraksi dan Karakterisasi Tanin Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) sebagai Alternatif Substitusi Krom (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada)
- Lasoń-Rydel, M., Sieczyńska, K., Gendaszewska, D., Ławińska, K., & Olejnik, T. P. (2024). Use Of Enzymatic Processes In The Tanning Of Leather Materials. *Autex Research Journal*, 24(1), 20230012.
- Mulyasyaroh, M. (2016). *Penanganan Logam Kromium Total Dan Senyawa Organik Dalam Limbah Cair Penyamakan Kulit Garut Dengan Bahan Ramah Lingkungan* (Doctoral Dissertation, Uin Sunan Gunung Djati Bandung).
- Nugraha, A. W. *Pengembangan Strategi Penerapan Produksi Bersih Industri Penyamakan Kulit* (Doctoral dissertation).
- Pawiroharsono, S. (2008). Penerapan Enzim Untuk Penyamakan Kulit Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(1).
- Purnomo, H., Kisanjani, A., Kurnia, W. I., & Suwanto, S. (2019). Pengukuran Kinerja Green Supply Chain Management Pada Industri Penyamakan Kulit Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(2), 161-169.
- Rahayu, A., Syauqi, R., & Islami, M. K. (2021). Teknologi Pengolahan Kandungan Kromium Dalam Limbah Penyamakan Kulit Menggunakan Proses Adsorpsi. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(1), 90-99.
- Rahma, G. A., Setyaningsih, Y., & Jayanti, S. (2017). Analisis Hubungan Faktor Eksogen Dan Endogen Terhadap Kejadian Dermatitis Akibat Kerja Pada Pekerja Penyamakan Kulit Pt. Adi Satria Abadi Piyungan, Bantul. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(5), 173-183.
- Rukmana, A. N., Amaranti, R., Aviasti, M. C., Ramdani, A., & Faturrohman, D. A. (2022). Efisiensi Penggunaan Air Bersih Pada Penyamakan Kulit. *Jurnal Intech Teknologi*

Industri Universitas Serang Raya, 8(2),
119-126.

Yuliatmo, R., & Udkhiyati, M. (2020). Aplikasi
enzim bakteri pada penyamakan kulit:
Review dalam pengolahan kulit mutakhir.
Semin. Nas. Teknol. Ind. Hijau, 3, 184-190.